UG NX 7.0 工/程/应/用/精/解/丛/书

UG NX 7.0

数控加工教程

UG NX 7.0 SHUKONG JIAGONG JIAOCHENG





附赠光盘
CD-ROM

展迪优◎主编



- 全面、系统介绍UG7.0数控加工技术与技巧
- 讲解详细、条理清晰、通俗易懂、实例丰富
- 图标式讲解，读者能准确操作软件，尽快上手
- 注重实用，融入UG数控加工高手心得和经验
- 光盘中含操作视频录像，快速提高学习效率



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

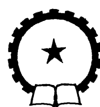
VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

UG NX 7.0 工程应用精解丛书

UG NX 7.0 数控加工教程

展迪优　主编



机 械 工 业 出 版 社

本书全面、系统地介绍了UG NX 7.0数控加工技术和技巧，内容包括数控加工概论、数控工艺概述、UG NX 7.0数控加工入门、平面铣削加工、轮廓铣削加工、多轴加工、孔加工、车削加工、线切割、后置处理以及数控加工综合范例等。在内容安排上，本书紧密结合范例对UG数控加工的流程、方法与技巧进行讲解和说明，这些范例都是实际工程设计中具有代表性的例子，这样的安排可增加本书的实用性和可操作性；在写作方式上，本书紧贴软件的实际操作界面，采用软件中真实的对话框、菜单和按钮等进行讲解，使初学者能够直观、准确地操作软件，从而尽快上手，提高学习效率。

本书内容全面、条理清晰、范例丰富、讲解详细、图文并茂，可作为机械技术人员学习UG数控加工的自学教程和参考书，也可作为大中专院校学生和各类培训学校学员的CAD/CAM课程上课及上机练习教材。本书附视频学习光盘一张，制作了4个多小时的本书的全程同步操作视频录像文件，另外还包含了本书所有的素材文件、练习文件和范例文件。

图书在版编目（CIP）数据

UG NX 7.0数控加工教程/展迪优主编．—3版．—北京：机械工业出版社，2011.2（2015.2重印）
（UG NX 7.0工程应用精解丛书）
ISBN 978-7-111-33324-1

Ⅰ．①U… Ⅱ．①展… Ⅲ．①数控机床—加工—计算机辅助设计—应用软件，UG NX 7.0—教材
Ⅳ．①TG659-39

中国版本图书馆CIP数据核字（2011）第018173号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号　邮政编码100037）
策划编辑：丁　峰　责任编辑：管晓伟
封面设计：王伟光　责任印制：乔　宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2015年2月第3版第7次印刷
184mm×260mm・25印张・616千字
9701—10700册
标准书号：ISBN 978-7-111-33324-1
　　　　　ISBN 978-7-89451-865-1（光盘）
定价：59.80元（含1CD）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务
社服务中心：（010）88361066
销 售 一 部：（010）68326294
销 售 二 部：（010）88379649
读者服务部：（010）68993821

网络服务
门户网：http://www.cmpbook.com
教材网：http://www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版

出 版 说 明

制造业是一个国家经济发展的基础，当今世界任何经济实力强大的国家都拥有发达的制造业，美、日、德、英、法等国家之所以称为发达国家，很大程度上是由于他们拥有世界上最发达的制造业。我国在大力推进国民经济信息化的同时，必须清醒地认识到，制造业是现代经济的支柱，加强和提高制造业科技水平是一项长期而艰巨的任务。发展信息产业，首先要把信息技术应用到制造业。

众所周知，制造业信息化是企业发展的必要手段，国家已将制造业信息化提到关系国家生存的高度上来。信息化是当今时代现代化的突出标志。以信息化带动工业化，使信息化与工业化融为一体，互相促进，共同发展，是具有中国特色的跨越式发展之路。信息化主导着新时期工业化的方向，使工业朝着高附加值化发展；工业化是信息化的基础，为信息化的发展提供物资、能源、资金、人才以及市场，只有用信息化武装起来的自主和完整的工业体系，才能为信息化提供坚实的物质基础。

制造业信息化集成平台是通过并行工程、网络技术、数据库技术等先进技术将CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM/ERP 等为制造服务的软件个体有机地集成起来，采用统一的架构体系和统一的基础数据平台，涵盖目前常用的 CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM/ERP 软件，使软件交互和信息传递顺畅，从而有效提高产品开发、制造各个领域的数据集成管理和共享水平，提高产品开发、生产和销售全过程中的数据整合、流程的组织管理水平以及企业的综合实力，为打造一流的企业提供现代化的技术保证。

机械工业出版社作为全国优秀出版社，在出版制造业信息化技术类图书方面有着独特优势，一直致力于 CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM/ERP 等领域相关技术的跟踪，出版了大量学习这些领域的软件（如 UG、Pro/ENGINEER、CATIA、SolidWorks、AutoCAD 等）的优秀图书，同时也积累了许多宝贵的经验。

北京兆迪科技有限公司位于中关村科技园区，专门从事 CAD/CAM/CAE 技术的开发、咨询及产品设计与制造服务，并提供专业的 UG、Pro/ENGINEER、CATIA、SolidWorks、AutoCAD 等软件的培训。中关村科技园区是北京市科技、智力、人才和信息资源最密集的区域，园区内有清华大学、北京大学和中国科学院等著名大学和科研机构，同时聚集了一些国内外著名公司，如西门子、联想集团、清华紫光和清华同方等。近年来，北京兆迪科技有限公司充分依托中关村科技园区人才优势，在机械工业出版社的大力支持下，陆续推出一系列 UG、Pro/ENGINEER、CATIA、SolidWorks、AutoCAD 等软件的“工程应用精解”图书，包括：

- UG NX 5.0 工程应用精解丛书
- UG NX 6.0 工程应用精解丛书
- UG NX 7.0 工程应用精解丛书

- Pro/ENGINEER 2001 工程应用精解丛书
- Pro/ENGINEER 野火版 3.0 工程应用精解丛书
- Pro/ENGINEER 野火版 4.0 工程应用精解丛书
- Pro/ENGINEER 野火版 5.0 工程应用精解丛书
- CATIA V5 工程应用精解丛书
- SolidWorks2009 工程应用精解丛书
- SolidWorks2010 工程应用精解丛书
- AutoCAD 工程应用精解丛书
- MasterCAM 工程应用精解丛书
- Cimatron 工程应用精解丛书
- SolidEdge 工程应用精解丛书

“工程应用精解”系列图书具有以下特色：

- **注重实用，讲解详细，条理清晰**。由于作者和顾问均来自一线的专业工程师和高校教师，所以图书既注重解决实际产品设计、制造中的问题，同时又将软件的使用方法和技巧进行全面、系统、有条不紊、由浅入深的讲解。
- **范例来源于实际，丰富而经典**。对软件中的主要命令和功能，先结合简单的范例进行讲解，然后安排一些较复杂的综合范例帮助读者深入理解、灵活应用。
- **写法独特，易于上手**。全部图书采用软件中真实的菜单、对话框和按钮等进行讲解，使初学者能够直观、准确地操作软件，从而大大提高学习效率。
- **随书光盘配有视频录像**。每本书的随书光盘中制作了超长时间的操作视频文件，帮助读者轻松、高效地学习。
- **网站技术支持**。读者购买“工程应用精解”系列图书，可以通过北京兆迪科技有限公司的网站（http://www.zalldy.com）获得技术支持。

我们真诚希望广大读者通过学习“工程应用精解”系列图书，能够高效掌握有关制造业信息化软件的功能和使用技巧，并将学到的知识运用到实际工作中，也期待您给我们提出宝贵的意见，以便今后为大家提供更优秀的图书作品，共同为我国制造业的发展尽一份力量。

机械工业出版社
北京兆迪科技有限公司

前　　言

UG 是由美国 UGS 公司推出的功能强大的三维 CAD/CAM/CAE 软件系统，其内容涵盖了产品从概念设计、工业造型设计、三维模型设计、分析计算、动态模拟与仿真、工程图输出，到生产加工成产品的全过程，应用范围涉及航空航天、汽车、机械、造船、数控（NC）加工、医疗器械和电子等诸多领域。

UG NX 7.0 是目前版本最新、功能最强的版本，该版本在数字化模拟、知识捕捉、可用性和系统工程等方面进行了创新，对以前版本进行了数百项以客户为中心的改进。

本书全面、系统地介绍了 UG NX 7.0 数控加工技术和技巧，其特色如下：

- 内容全面，与其他的同类书籍相比，包括更多的 UG 数控加工知识和内容。
- 范例丰富，对软件中的主要命令和功能，先结合简单的范例进行讲解，然后安排一些较复杂的综合范例帮助读者深入理解，灵活运用。
- 讲解详细，条理清晰，保证自学的读者能独立学习。
- 写法独特，采用 UG NX 7.0 软件中真实的对话框、菜单和按钮等进行讲解，使初学者能够直观、准确地操作软件，从而大大提高学习效率。
- 随书光盘中制作了本书的全程同步视频文件，时长 4 个多小时，可以帮助读者轻松、高效地学习。

本书的主编和主要参编人员均来自北京兆迪科技有限公司，在编写过程中得到了该公司的大力帮助，在此衷心表示感谢。北京兆迪科技有限公司专门从事 CAD/CAM/CAE 技术的研究、开发、咨询及产品设计与制造服务，并提供 UG 软件的专业培训及技术咨询。广大读者在学习本书的过程中如果遇到问题，可通过访问该公司的网站 http://www.zalldy.com 来获得帮助。

本书由展迪优主编，参加编写的人员还有崔玉莲、王焕田、刘静、詹路、冯元超、刘海起、黄红霞、詹超、周涛、高政、赵春燕、黄光辉、曹延生、孙润、党玲。

本书已经多次校对，如有疏漏之处，恳请广大读者予以指正。

电子邮箱：zhanygjames@163.com

编　者

丛 书 导 读

（一）产品设计工程师学习流程

1．《UG NX 7.0 快速入门教程》
2．《UG NX 7.0 高级应用教程》
3．《UG NX 7.0 曲面设计教程》
4．《UG NX 7.0 钣金设计教程》
5．《UG NX 7.0 钣金实例精解》
6．《UG NX 7.0 产品设计实例精解》
7．《UG NX 7.0 曲面设计实例精解》
8．《UG NX 7.0 工程图教程》
9．《UG NX 7.0 管道设计教程》
10．《UG NX 7.0 电缆布线设计教程》

（二）模具设计工程师学习流程

1．《UG NX 7.0 快速入门教程》
2．《UG NX 7.0 高级应用教程》
3．《UG NX 7.0 工程图教程》
4．《UG NX 7.0 模具设计教程》
5．《UG NX 7.0 模具设计实例精解》

（三）数控加工工程师学习流程

1．《UG NX 7.0 快速入门教程》
2．《UG NX 7.0 高级应用教程》
3．《UG NX 7.0 钣金设计教程》
4．《UG NX 7.0 数控加工教程》
5．《UG NX 7.0 数控加工实例精解》

（四）产品分析工程师学习流程

1．《UG NX 7.0 快速入门教程》
2．《UG NX 7.0 高级应用教程》
3．《UG NX 7.0 运动分析教程》
4．《UG NX 7.0 结构分析教程》

本 书 导 读

为了能更好地学习本书的知识，请您仔细阅读下面的内容。

读者对象

本书可作为工程技术人员学习 UG 数控加工技术的自学教程和参考书，也可作为大中专院校学生和各类培训学校学员的 CAD/CAM 课程上课及上机练习教材。

写作环境

本书使用的操作系统为 Windows XP Professional，对于 Windows 2000 操作系统，本书的内容和范例也同样适用。

本书采用的写作蓝本是 UG NX 7.0 中文版。

光盘使用

为方便读者练习，特将本书所有的素材文件、范例文件和视频文件等按章节顺序放入随书附赠的光盘中，读者在学习过程中可以打开这些范例文件进行操作和练习。

在光盘的 ugnx7.9 目录下共有两个文件夹：

（1）work 文件夹：包含本书讲解中所用到的全部素材文件。

（2）video 文件夹：包含本书讲解中所有的视频录像文件（无声音）。读者学习时，可在该文件夹中按章节顺序查找所需的视频文件（扩展名为.exe），找到后直接双击视频文件名即可播放。在观看视频录像时，请注意鼠标操作的符号，定义如下：

- 单个红色框表示单击一下鼠标的左键。
- 两个红色框表示双击鼠标的左键。
- 黄色框表示单击一下鼠标的右键。

光盘中带有“ok”扩展名的文件或文件夹表示已完成的范例。

建议读者在学习本书前，先将随书光盘中的所有文件复制到计算机硬盘的 D 盘中。

本书约定

- 本书中有关鼠标操作的简略表述说明如下：
  - ☑ 单击：将鼠标指针移至某位置处，然后单击一下鼠标的左键。
  - ☑ 双击：将鼠标指针移至某位置处，然后连续快速地单击两次鼠标的左键。
  - ☑ 右击：将鼠标指针移至某位置处，然后单击一下鼠标的右键。
  - ☑ 单击中键：将鼠标指针移至某位置处，然后单击一下鼠标的中键。
  - ☑ 滚动中键：只是滚动鼠标的中键，而不能单击中键。
  - ☑ 选择（选取）某对象：将鼠标指针移至某对象上，单击以选取该对象。

  - ☑ 拖移某对象：将鼠标指针移至某对象上，然后按下鼠标的左键不放，同时移动鼠标，将该对象移动到指定的位置后再松开鼠标的左键。
- 本书中的操作步骤分为 Task、Stage 和 Step 三个级别，说明如下：
  - ☑ 对于一般的软件操作，每个操作步骤以 Step 字符开始。
  - ☑ 每个 Step 操作视其复杂程度，其下面可含有多级子操作，例如 Step1 下可能包含（1）、（2）、（3）等子操作，（1）子操作下可能包含①、②、③等子操作，①子操作下可能包含 a）、b）、c）等子操作。
  - ☑ 如果操作较复杂，需要几个大的操作步骤才能完成，则每个大的操作冠以 Stage1、Stage2、Stage3 等，Stage 级别的操作下再分 Step1、Step2、Step3 等操作。
  - ☑ 对于多个任务的操作，则每个任务冠以 Task1、Task2、Task3 等，每个 Task 操作下则可包含 Stage 和 Step 级别的操作。
- 由于已建议读者将随书光盘中的所有文件复制到计算机硬盘的 D 盘中，所以书中在要求设置工作目录或打开光盘文件时，所述的路径均以“D:”开始，例如，下面是一段有关这方面的描述：

…在 查找范围(I): 下拉列表中选择文件目录 D:\ug7.9\work\ch02，然后在中间的列表框中选择文件 pocketing.prt，单击 OK 按钮，系统打开模型并进入建模环境。

技术支持

本书的主编和主要参编人员来自北京兆迪科技有限公司，该公司位于北京中关村科技园区，专门从事 CAD/CAM/CAE 技术的研究、开发、咨询及产品设计与制造服务，并提供 UG 软件的专业培训及技术咨询。读者在学习本书时遇有问题，可通过访问该公司的网站 http://www.zalldy.com 获得技术支持。咨询电话：010-82176248，010-82176249。

目　　录

出版说明
前言
丛书导读
本书导读
第 1 章　数控加工基础......1
1.1　数控加工概论......1
1.2　数控编程简述......1
1.3　数控机床......3
1.3.1　数控机床的组成......3
1.3.2　数控机床的特点......4
1.3.3　数控机床的分类......5
1.3.4　数控机床的坐标系......7
1.4　数控加工程序......8
1.4.1　数控加工程序结构......8
1.4.2　数控指令......9
1.5　数控工艺概述......13
1.5.1　数控加工工艺的特点......13
1.5.2　数控加工工艺的主要内容......14
1.6　数控工序的安排......16
1.7　加工刀具的选择和切削用量的确定......17
1.7.1　数控加工常用刀具的种类及特点......18
1.7.2　数控加工刀具的选择......18
1.7.3　铣削刀具......20
1.7.4　切削用量的确定......23
1.8　高度与安全高度......25
1.9　走刀路线的选择......26
1.10　对刀点与换刀点的选择......29
1.11　数控加工的补偿......29
1.11.1　刀具半径补偿......30
1.11.2　刀具长度补偿......30
1.11.3　夹具偏置补偿......31
1.12　轮廓控制......31
1.13　顺铣与逆铣......32
1.14　切削液......33
1.14.1　切削液的作用......33
1.14.2　切削液的种类......34
1.14.3　切削液的开关......34

1.15 加工精度 35

第 2 章 UG NX 7.0 数控加工入门 37
2.1 UG NX 7.0 数控加工流程 37
2.2 进入 UG NX 7.0 的加工模块 38
2.3 创建程序 39
2.4 创建几何体 40
2.4.1 创建机床坐标系 40
2.4.2 创建安全平面 43
2.4.3 创建部件几何体 44
2.4.4 创建切削区域几何体 46
2.5 创建刀具 47
2.6 创建加工方法 48
2.7 创建操作 50
2.8 生成刀路轨迹并仿真 55
2.9 生成车间文档 58
2.10 输出 CLSF 文件 59
2.11 后处理 60
2.12 操作导航器的应用 61
2.12.1 程序顺序视图 62
2.12.2 几何视图 62
2.12.3 机床视图 63
2.12.4 加工方法视图 63

第 3 章 平面铣加工 64
3.1 概述 64
3.2 平面铣类型 64
3.3 表面区域铣 65
3.4 表面铣 80
3.5 手工面铣 88
3.6 平面铣 94
3.7 平面轮廓铣 101
3.8 粗加工跟随铣 108
3.9 精铣侧壁 112
3.10 精铣底面 117
3.11 清角铣 121
3.12 铣螺纹 123

第 4 章 轮廓铣削加工 127
4.1 概述 127
4.1.1 型腔轮廓铣简介 127

4.1.2　轮廓铣的子类型 127
4.2　型腔铣 128
4.3　插铣 137
4.4　等高轮廓铣 143
4.4.1　一般等高轮廓铣 144
4.4.2　陡峭区域等高轮廓铣 149
4.5　固定轴曲面轮廓铣削 155
4.6　流线驱动铣削 161
4.7　清根切削 166
4.8　3D 轮廓加工 169
4.9　刻字 172

第 5 章　多轴加工 178
5.1　概述 178
5.2　多轴加工的子类型 178
5.3　可变轴轮廓铣 179
5.4　可变轴流线铣 185
5.5　多轴加工综合范例 193

第 6 章　孔加工 205
6.1　概述 205
6.1.1　孔加工简介 205
6.1.2　孔加工的子类型 205
6.2　钻孔加工 206
6.3　镗孔加工 218
6.4　铰孔加工 222
6.5　沉孔加工 225
6.6　攻螺纹 229
6.7　钻孔加工综合范例 234

第 7 章　车削加工 245
7.1　车削概述 245
7.1.1　车削加工简介 245
7.1.2　车削加工的子类型 245
7.2　粗车外形加工 247
7.3　沟槽车削加工 259
7.4　内孔车削加工 263
7.5　螺纹车削加工 269
7.6　教学模式 273
7.7　车削加工综合范例 278

第 8 章 线切割 286
8.1 概述 286
8.2 两轴线切割加工 287
8.3 四轴线切割加工 298

第 9 章 后置处理 303
9.1 概述 303
9.2 创建后处理文件 304
9.2.1 进入 UG 后处理构造器工作环境 304
9.2.2 新建一个后处理文件 304
9.2.3 机床的参数设置 306
9.2.4 程序和刀轨参数的设置 307
9.2.5 NC 数据定义 311
9.2.6 列表、输出控制和文件预览 314
9.2.7 虚拟 N/C 控制器 316
9.3 后处理综合范例 316

第 10 章 综合范例 333
10.1 吹风机凸模加工 333
10.2 塑料壳凹模加工 352
10.3 面板凸模加工 368

第 1 章　数控加工基础

本章提要　本章主要介绍数控加工的基础知识，内容包括数控编程和数控机床简述、数控加工工艺基础、高度与安全高度、数控加工的补偿、轮廓控制、顺铣与逆铣以及加工精度等。

1.1　数控加工概论

数控技术即数字控制技术（Numerical Control Technology），指用计算机以数字指令的方式控制机床动作的技术。

数控加工具有产品精度高、自动化程度高、生产效率高以及生产成本低等特点，在制造业，数控加工是所有生产技术中相当重要的一环。尤其是汽车或航天产业零部件，其几何外形复杂且精度要求较高，更突出了数控加工技术的优点。

数控加工技术集传统的机械制造、计算机、信息处理、现代控制、传感检测等光机电技术于一体，是现代机械制造技术的基础。它的广泛应用，给机械制造业的生产方式及产品结构带来了深刻的变化。

近年来，由于计算机技术的迅速发展，数控技术的发展相当迅速。数控技术的水平和普及程度，已经成为衡量一个国家综合国力和工业现代化水平的重要标志。

1.2　数控编程简述

数控编程一般可以分为手工编程和自动编程。手工编程是指从零件图样分析、工艺处理、数值计算、编写程序单直到程序校核等各步骤的数控编程工作均由人工完成。该方法适用于零件形状不太复杂、加工程序较短的情况，而复杂形状的零件，如具有非圆曲线、列表曲面和组合曲面的零件，或形状虽不复杂但是程序很长的零件，则比较适合于自动编程。

自动数控编程是从零件的设计模型（即参考模型）直接获得数控加工程序，其主要任务是计算加工进给过程中的刀位点（Cutter Location Point，简称 CL 点），从而生成 CL 数据

文件。采用自动编程技术可以帮助人们解决复杂零件的数控加工编程问题，其大部分工作由计算机来完成，使编程效率大大提高，还能解决手工编程无法解决的许多复杂形状零件的加工编程问题。

UG NX 7.0 数控模块提供了多种加工类型，用于各种复杂零件的粗精加工，用户可以根据零件结构、加工表面形状和加工精度要求选择合适的加工类型。

数控编程的主要内容有：图样分析及工艺处理、数值处理、编写加工程序单、输入数控系统、程序检验及试切。

（1）图样分析及工艺处理。在确定加工工艺过程时，编程人员首先应根据零件图样对工件的形状、尺寸和技术要求等进行分析，然后选择合适的加工方案，确定加工顺序和路线、装夹方式、刀具以及切削参数，为了充分发挥机床的功用，还应该考虑所用机床的指令功能，选择最短的加工路线，选择合适的对刀点和换刀点，以减少换刀次数。

（2）数值处理。根据图样的几何尺寸、确定的工艺路线及设定的坐标系，计算工件粗、精加工的运动轨迹，得到刀位数据。零件图样坐标系与编程坐标系不一致时，需要对坐标进行换算。形状比较简单的零件的轮廓加工，需要计算出几何元素的起点、终点及圆弧的圆心、两几何元素的交点或切点的坐标值，有的还需要计算刀具中心运动轨迹的坐标值。对于形状比较复杂的零件，需要用直线段或圆弧段逼近，根据要求的精度计算出各个节点的坐标值。

（3）编写加工程序单。确定加工路线、工艺参数及刀位数据后，编程人员可以根据数控系统规定的指令代码及程序段格式，逐段编写加工程序单。此外，还应填写有关的工艺文件，如数控刀具卡片、数控刀具明细表和数控加工工序卡片等，随着数控编程技术的发展，现在大部分的机床已经直接采用自动编程。

（4）输入数控系统。即把编制好的加工程序，通过某种介质传输到数控系统。过去我国数控机床的程序输入一般使用穿孔纸带，穿孔纸带的程序代码通过纸带阅读器输入到数控系统。随着计算机技术的发展，现代数控机床主要利用键盘将程序输入到计算机中。随着网络技术进入工业领域，通过 CAM 生成的数控加工程序可以通过数据接口直接传输到数控系统中。

（5）程序检验及试切。程序单必须经过检验和试切才能正式使用。检验的方法是直接将加工程序输入到数控系统中，让机床空运转，即以笔代刀，以坐标纸代替工件，画出加工路线，以检查机床的运动轨迹是否正确。若数控机床有图形显示功能，可以采用模拟刀具切削过程的方法进行检验。但这些过程只能检验出运动是否正确，不能检查被加工零件

的精度，因此必须进行零件的首件试切。试切时，应该以单程序段的运行方式进行加工，监视加工状况，调整切削参数和状态。

从以上内容来看，作为一名数控编程人员，不但要熟悉数控机床的结构、功能及标准，而且必须熟悉零件的加工工艺、装夹方法、刀具以及切削参数的选择等方面的知识。

1.3　数 控 机 床

1.3.1　数控机床的组成

数控机床的种类很多，但是任何一种数控机床都主要由数控系统、伺服系统和机床主体三大部分以及辅助控制系统等组成。

1．数控系统

数控系统是数控机床的核心，是数控机床的“指挥系统”，其主要作用是对输入的零件加工程序进行数字运算和逻辑运算，然后向伺服系统发出控制信号。现代数控系统通常是一台带有专门的系统软件的计算机系统，开放式数控系统就是将 PC 机配以数控系统软件而构成的。

2．伺服系统

伺服系统（也称驱动系统）是数控机床的执行机构，由驱动和执行两大部分组成，它包括位置控制单元、速度控制单元、执行电动机和测量反馈单元等部分，主要用于实现数控机床的进给伺服控制和主轴伺服控制。它接受数控系统发出的各种指令信息，经功率放大后，严格按照指令信息的要求控制机床运动部件的进给速度、方向和位移。目前数控机床的伺服系统中，常用的位移执行机构有步进电动机、液压马达、直流伺服电动机和交流伺服电动机，其中，后两者均带有光电编码器等位置测量元件。一般来说，数控机床的伺服系统，要求有好的快速响应和灵敏而准确的跟踪指令功能。

3．机床主体

机床主体是加工运动的实际部件，除了机床基础件以外，还包括主轴部件、进给部件、实现工件回转与定位的装置和附件、辅助系统和装置（如液压、气压、防护等装置）、刀库和自动换刀装置（Automatic Tools Changer，简称 ATC）、自动托盘交换装置（Automatic Pallet Changer，简称 APC）。机床基础件通常是指床身或底座、立柱、横梁和工作台等，它是整

台机床的基础和框架。加工中心则还应具有 ATC，有的还有双工位 APC 等。数控机床的本体结构与传统机床相比，发生了很大变化，普遍采用了滚珠丝杠、滚动导轨，传动效率更高。由于现代数控机床减少了齿轮的使用数量，使得传动系统更加简单。数控机床可根据自动化程度、可靠性要求和特殊功能需要，选用各种类型的刀具破损监控系统、机床与工件精度检测系统、补偿装置和其他附件等。

1.3.2 数控机床的特点

随着科学技术和市场经济的不断发展，对机械产品的质量、生产率和新产品的开发周期提出了越来越高的要求。为了满足上述要求，适应科学技术和经济的不断发展，数控机床应运而生了。20 世纪 50 年代，美国麻省理工学院成功地研制出第一台数控铣床。1970 年首次展出了第一台用计算机控制的数控机床（Computer Numerical Control，简称 CNC）。图 1.3.1 所示为 CNC 数控铣床，图 1.3.2 所示为数控加工中心。



图 1.3.1 CNC 数控铣床



图 1.3.2 数控加工中心

数控机床自问世以来得到了高速发展，并逐渐为各国生产组织和管理者所接受，这与它在加工中表现出来的特点是分不开的。数控机床具有以下主要特点：

- 高精度，加工重复性高。目前，普通数控加工的尺寸精度通常可达到±0.005mm。数控装置的脉冲当量（即机床移动部件的移动量）一般为 0.001mm，高精度的数控系统可达 0.0001mm。数控加工过程中，机床始终都在指定的控制指令下工作，消除了人工操作所引起的误差，不仅提高了同一批加工零件尺寸的统一性，而且产品质量能得到保证，废品率也大为降低。
- 高效率。机床自动化程度高，工序、刀具可自行更换、检测。例如，加工中心在一次装夹后，除定位表面不能加工外，其余表面均可加工；生产准备周期短，加工对象变化时，一般不需要专门的工艺装备设计制造时间；切削加工中可采用最

佳切削参数和走刀路线。数控机床一般不需要使用专用夹具和工艺装备。在更换工件时，只需调用储存于计算机的加工程序、装夹工件和调整刀具数据即可，可大大缩短生产周期。更主要的是数控机床的万能性带来的高效率，如一般的数控机床都具有铣床、镗床和钻床的功能，工序高度集中，提高了劳动生产率，并减少了工件的装夹误差。

- 高柔性。数控机床的最大特点是高柔性，即通用、灵活、万能，可以适应加工不同形状的工件。如数控机床一般能完成铣平面、铣斜面、铣槽、铣削曲面、钻孔、镗孔、铰孔、攻螺纹和铣削螺纹等加工工序，而且一般情况下，可以在一次装夹中完成所需的所有加工工序。加工对象改变时，除了相应地更换刀具和解决工件装夹方式外，只需改变相应的加工程序即可。特别适应于目前多品种、小批量和变化快的生产特征。
- 大大减轻了操作者的劳动强度。数控机床对零件加工是根据加工前编好的程序自动完成的。操作者除了操作键盘、装卸工件、中间测量及观察机床运行外，不需要进行繁重的重复性手工操作，大大地减轻了劳动强度。
- 易于建立计算机通信网络。数控机床使用数字信息作为控制信息，易于与 CAD 系统连接，从而形成 CAD/CAM 一体化系统，它是 FMS、CIMS 等现代制造技术的基础。
- 初期投资大，加工成本高。数控机床的价格一般是普通机床的若干倍，且机床备件的价格也高；另外，加工首件需要进行编程、程序调试和试加工，时间较长，因此使零件的加工成本也大大高于普通机床。

1.3.3 数控机床的分类

数控机床的分类有多种方式。

1. 按工艺用途分类

按工艺用途分类，数控机床可分为数控钻床、车床、铣床、磨床和齿轮加工机床等，还有压床、冲床、电火花切割机、火焰切割机和点焊机等也都采用数字控制。加工中心是带有刀库及自动换刀装置的数控机床，它可以在一台机床上实现多种加工。工件只需一次装夹，就可以完成多种加工，这样既节省了工时，又提高了加工精度。加工中心特别适用于箱体类和壳类零件的加工。车削加工中心可以完成所有回转体零件的加工。

2．按机床数控运动轨迹划分

点位控制数控机床（PTP）：指在刀具运动时，不考虑两点间的轨迹，只控制刀具相对于工件位移的准确性。这种控制方法用于数控冲床、数控钻床及数控点焊设备，还可以用在数控坐标镗铣床上。

点位直线控制数控机床：就是要求在点位准确控制的基础上，还要保证刀具的运动轨迹是一条直线，并且刀具在运动过程中还要进行切削加工。采用这种控制的机床有数控车床、数控铣床和数控磨床等，一般用于加工矩形和台阶形零件。

轮廓控制数控机床（CP）：轮廓控制（亦称连续控制）是对两个或两个以上的坐标运动进行控制（多坐标联动），刀具运动轨迹可为空间曲线。它不仅能保证各点的位置，而且还要控制加工过程中的位移速度，即刀具的轨迹。要保证尺寸的精度，还要保证形状的精度。在运动过程中，同时要向两个坐标轴分配脉冲，使它们能走出要求的形状来，这就叫插补运算。它是一种软仿形加工，而不是硬仿形（靠模），并且这种软仿形加工的精度比硬仿形加工的精度高很多。这类机床主要有数控车床、数控铣床、数控线切割机和加工中心等。在模具行业中，对于一些复杂曲面的加工多使用这类机床，如三坐标以上的数控铣床或加工中心。

3．按伺服系统控制方式划分

开环控制是无位置反馈的一种控制方法，它采用的控制对象、执行机构多半是步进式电动机或液压转矩放大器。因为没有位置反馈，所以其加工精度及稳定性差，但其结构简单、价格低廉，控制方法简单。对于精度要求不高且功率需求不大的情况，这种数控机床还是比较适用的。

半闭环控制是在丝杠上装有角度测量装置作为间接的位置反馈。因为这种系统未将丝杠螺母副和齿轮传动副等传动装置包含在反馈系统中，因而称为半闭环控制系统。它不能补偿传动装置的传动误差，但却可以获得稳定的控制特性。这类系统介于开环与闭环之间，精度没有闭环高，调试比闭环方便。

闭环控制系统是对机床移动部件的位置直接用直线位置检测装置进行检测，再把实际测量出的位置反馈到数控装置中去，与输入指令比较看是否有差值，然后把这个差值经过放大和变换，最后驱动工作台向减少误差的方向移动，直到差值符合精度要求为止。这类控制系统，因为把机床工作台纳入了位置控制环，故称为闭环控制系统。该系统可以消除包括工作台传动链在内的运动误差，因而定位精度高、调节速度快。但由于该系统受到进给丝杠的拉压刚度、扭转刚度、摩擦阻尼特性和间隙等非线性因素的影响，给调试工作造

成较大的困难。如果各种参数匹配不当，将会引起系统振荡，造成系统不稳定，影响定位精度。由于闭环伺服系统复杂和成本高，故适用于精度要求很高的数控机床，如超精密数控车床和精密数控镗铣床等。

4．按联动坐标轴数划分

（1）两轴联动数控机床。主要用于三轴以上控制的机床，其中任意两轴作插补联动，第三轴作单独的周期进给，常称 2.5 轴联动。

（2）三轴联动数控机床。X、Y、Z 三轴可同时进行插补联动。

（3）四轴联动数控机床。

（4）五轴联动数控机床。除了同时控制 X、Y、Z 三个直线坐标轴联动以外，还同时控制围绕这些直线坐标轴旋转的 A、B、C 坐标轴中的两个坐标，即同时控制五个坐标轴联动。这时刀具可以被定位在空间的任何位置。

1.3.4　数控机床的坐标系

数控机床的坐标系统，包括坐标系、坐标原点和运动方向，对于数控加工及编程，是一个十分重要的概念。每一个数控编程员和操作者，都必须对数控机床的坐标系有一个很清晰的认识。为了使数控系统规范化及简化数控编程，ISO 对数控机床的坐标系系统作了若干规定。关于数控机床坐标和运动方向命名的详细内容，可参阅 GB/T19660—2005 的规定。

机床坐标系是机床上固有的坐标系，是机床加工运动的基本坐标系。它是考察刀具在机床上的实际运动位置的基准坐标系。对于具体机床来说，有的是刀具移动工作台不动，有的则是刀具不动而工作台移动。然而不管是刀具移动还是工件移动，机床坐标系永远假定刀具相对于静止的工件而运动。同时，运动的正方向是增大工件和刀具之间距离的方向。为了编程方便，一律规定为工件固定、刀具运动。

标准的坐标系是一个右手直角坐标系，如图 1.3.3 所示。拇指指向为 X 轴正方向，食指指向为 Y 轴正方向，中指指向为 Z 轴正方向。一般情况下，主轴的方向为 Z 坐标，而工作台的两个运动方向分别为 X、Y 坐标。

若有旋转轴时，规定绕 X、Y、Z 轴的旋转轴分别为 A、B、C 轴，其方向为右旋螺纹方向，如图 1.3.4 所示。旋转轴的原点一般定在水平面上。

图 1.3.5 是典型的单立柱立式数控铣床加工运动坐标系示意图。刀具沿与地面垂直的方向上下运动，工作台带动工件在与地面平行的平面内运动。机床坐标系的 Z 轴是刀具的运动方向，并且刀具向上运动为正方向，即远离工件的方向。当面对机床进行操作时，刀具

相对工件的左右运动方向为 X 轴，并且刀具相对工件向右运动（即工作台带动工件向左运动）时为 X 轴的正方向。Y 轴的方向可用右手法则确定。若以 X′、Y′、Z′ 表示工作台相对于刀具的运动坐标轴，而以 X、Y、Z 表示刀具相对于工件的运动坐标轴，则显然有 X′ =−X、Y′ =−Y、Z′ =−Z。

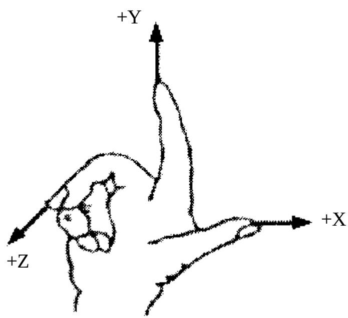


图 1.3.3　右手直角坐标系

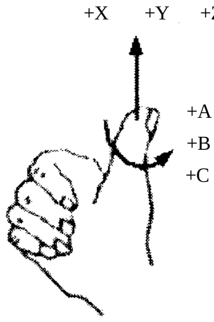


图 1.3.4　旋转坐标系

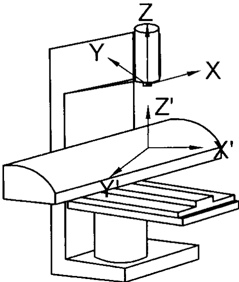


图 1.3.5　机床坐标系示意图

1.4　数控加工程序

1.4.1　数控加工程序结构

数控加工程序由为使机床运转而给予数控装置的一系列指令的有序集合所构成。一个完整的程序由程序起始符、程序号、程序内容、程序结束和程序结束符等五部分组成。例如：

```
程序起始符      %
程序号        O 0001
           ┌ N01     G92 X30 Y30;
           │ N02     G90 G00 X30 T01 M03;
           │ N03     G01 X8 Y8 F200;
程序内容    ┤ N04     XO   YO;
           │ ………
           └ N07     G00 X40;
程序结束      N08     M30
程序结束符  %
```

根据系统本身的特点及编程的需要，每种数控系统都有一定的程序格式。对于不同的机床，其程序的格式也不同。因此编程人员必须严格按照机床说明书规定的格式进行编程，靠这些指令使刀具按直线或圆弧及其他曲线运动，控制主轴的回转和停止、切削液的开关、自动换刀装置和工作台自动交换装置等的动作。

- 程序起始符。程序起始符位于程序的第一行。一般是“%”、“$”等，不同的数控机床，起始符也有可能不同，应根据具体数控机床说明书使用。
- 程序号也可称为程序名，是每个程序的开始部分。为了区别存储器中的程序，每个程序都要有程序编号。程序号单列一行，一般有两种形式：一种是以规定的英文字母（通常为 O）为首，后面接若干位数字（通常为 2 位或 4 位），如 O 0001；另一种是以英文字母、数字和符号“_”混合组成，比较灵活。程序名具体采用何种形式，由数控系统决定。
- 程序内容。它是整个程序的核心，由多个程序段（Block）组成，程序段是数控加工程序中的一句，单列一行，用于指挥机床完成某一个动作。每个程序段又由若干个指令组成，每个指令表示数控机床要完成的动作。指令由字（word）和“；”组成。而字是由地址符和数值构成，如 X（地址符）100.0（数值）Y（地址符）50.0（数值）。
- 字首是一个英文字母，称为字的地址，它决定了字的功能类别。一般字的长度和顺序不固定。
- 程序结束。在程序末尾一般有程序结束指令，如 M30 或 M02，用于停止主轴、切削液和进给，并使控制系复位。M30 还可以使程序返回到开始状态，一般在换工件时使用。
- 程序结束符。程序结束的标记符，一般与程序起始符相同。

1.4.2　数控指令

数控加工程序的指令由一系列的程序字组成，而程序字通常由地址（address）和数值（number）两部分组成，地址通常是某个大写字母。数控加工程序中地址代码的意义如表 1.4.1 所示。

一般的数控机床可以选择米制单位毫米（mm）或英制单位英寸（in）为数值单位。米制可以精确到 0.001mm，英制可以精确到 0.0001in，这也是一般数控机床的最小移动量。表 1.4.2 列出了一般数控机床能输入的指令数值范围，而数控机床实际使用范围受到机床本身的限制，因此需要参考数控机床的操作手册而定。例如，表 1.4.2 中的 X 轴可以移动±99999.999mm，但实际上数控机床的 X 轴行程可能只有 650mm；进给速率 F 最大可输入 10000.0mm/min，但实际上数控机床可能限制在 3000mm / min 以下。因此，在编制数控加

工程序时，一定要参照数控机床的使用说明书。

表 1.4.1　地址代码的意义

功　能	地　址	意　义
程序号	O(EIA)	程序序号
顺序号	N	顺序序号
准备功能	G	动作模式
尺寸字	X、Y、Z	坐标移动指令
	A、B、C、U、V、W	附加轴移动指令
	R	圆弧半径
	I、J、K	圆弧中心坐标
主轴旋转功能	S	主轴转速
进给功能	F	进给速率
刀具功能	T	刀具号、刀具补偿号
辅助功能	M	辅助装置的接通和断开
补偿号	H、D	补偿序号
暂停	P、X	暂停时间
子程序重复次数	L	重复次数
子程序号指定	P	子程序序号
参数	P、Q、R	固定循环

表 1.4.2　编码字符的数值范围

功　能	地　址	米制单位	英制单位
程序号	：(ISO)O(ETA)	1～9999	1～9999
顺序号	N	1～9999	1～9999
准备功能	G	0～99	0～99
尺寸字	X、Y、Z、Q、R、I、J、K	±99999.999mm	±9999.9999in
	A、B、C	±99999.999°	±9999.9999°
进给功能	F	1～10000.0mm/min	0.01～400.0in/min
主轴转速功能	S	0～9999	0～9999
刀具功能	T	0～99	0～99
辅助功能	M	0～99	0～99
子程序号	P	1～9999	1～9999
暂停	X、P	0～99999.999s	0～99999.999s
重复次数	L	1～9999	1～9999
补偿号	D、H	0～32	0～32

下面简要介绍各种数控指令的意义。

1．语句号指令

语句号指令也称程序段号，用以识别程序段的编号。在程序段之首，以字母 N 开头，其后为一个 2～4 位的数字。需要注意的是，数控加工程序是按程序段的排列次序执行的，与顺序段号的大小次序无关，即程序段号实际上只是程序段的名称，而不是程序段执行的先后次序。

2．准备功能指令

准备功能指令以字母 G 开头，后接一个两位数字，因此又称为 G 代码，它是控制机床运动的主要功能类别。G 指令从 G00～G99 共 100 种，如表 1.4.3 所示。

表 1.4.3　JB/T 3208—1999 准备功能 G 代码

G 代码	功　　能	G 代码	功　　能
G00	点定位	G01	直线插补
G02	顺时针方向圆弧插补	G03	逆时针方向圆弧插补
G04	暂停	G05	不指定
G06	抛物线插补	G07	不指定
G08	加速	G09	减速
G10～G16	不指定	G17	XY 平面选择
G18	ZX 平面选择	G19	YZ 平面选择
G20～G32	不指定	G33	螺纹切削，等螺距
G34	螺纹切削，增螺距	G35	螺纹切削，减螺距
G36～G39	永不指定	G40	刀具补偿/刀具偏置注销
G41	刀具半径左补偿	G42	刀具半径右补偿
G43	刀具右偏置	G44	刀具负偏置
G45	刀具偏置+/+	G46	刀具偏置+/−
G47	刀具偏置−/−	G48	刀具偏置−/+
G49	刀具偏置 0/+	G50	刀具偏置 0/−
G51	刀具偏置+/0	G52	刀具偏置−/+
G53	直线偏移，注销	G54	直线偏移 x
G55	直线偏移 y	G56	直线偏移 z
G57	直线偏移 xy	G58	直线偏移 xz

（续）

G 代码	功　　能	G 代码	功　　能
G59	直线偏移 yz	G60	准确定位 1（精）
G61	准确定位 2（中）	G62	准确定位 3（粗）
G63	攻螺纹	G64～G67	不指定
G68	刀具偏置，内角	G69	刀具偏置，外角
G70～G79	不指定	G80	固定循环注销
G81～G89	固定循环	G90	绝对尺寸
G91	增量尺寸	G92	预置寄存
G93	时间倒数，进给率	G94	每分钟进给
G95	主轴每转进给	G96	横线速度
G97	每分钟转数	G98～G99	不指定

3．辅助功能指令

辅助功能指令也称作 M 功能或 M 代码，一般由字符 M 及随后的两位数字组成。它是控制机床或系统辅助动作及状态的功能。JB/T3208—1999 标准中规定的 M 代码从 M00～M99 共 100 种。表 1.4.4 所示的是部分辅助功能的 M 代码。

表 1.4.4　部分辅助功能的 M 代码

M 代码	功　　能	M 代码	功　　能
M00	程序停止	M01	计划停止
M02	程序结束	M03	主轴顺时针旋转
M04	主轴逆时针旋转	M05	主轴停止旋转
M06	换刀	M08	切削液开
M09	切削液关	M30	程序结束并返回
M74	错误检测功能打开	M75	错误检测功能关闭
M98	子程序调用	M99	子程序调用返回

4．其他常用功能指令

- 尺寸指令——主要用来指令刀位点坐标位置。如 X、Y、Z 主要用于表示刀位点的坐标值，而 I、J、K 用于表示圆弧刀轨的圆心坐标值。
- F 功能——进给功能。以字符 F 开头，因此又称为 F 指令，用于指定刀具插补运动（即切削运动）的速度，称为进给速度。在只有 X、Y、Z 三坐标运动的情况下，

P 代码后面的数值表示刀具的运动速度，单位是 mm/min（数控车床还可为 mm/r）。如果运动坐标有转角坐标 A、B、C 中的任何一个，则 F 代码后的数值表示进给率，即 $F=1/\triangle t$，$\triangle t$ 为走完一个程序段所需要的时间，F 的单位为 1/min。

- T 功能——刀具功能。以字符 T 开头，因此又称为 T 指令，用于指定采用的刀具号，该指令在加工中心上使用。Tnn 代码用于选择刀具库中的刀具，但并不执行换刀操作，M06 用于起动换刀操作。Tnn 不一定要放在 M06 之前，只要放在同一程序段中即可。T 指令只有在数控车床上，才具有换刀功能。
- S 功能——主轴转速功能。以字符 S 开头，因此又称为 S 指令，用于指定主轴的转速，以其后的数字给出，要求为整数，单位是 r / min。速度范围从 1 r / min 到最大的主轴转速。对于数控车床，可以指定恒表面切削速度。

1.5　数控工艺概述

1.5.1　数控加工工艺的特点

数控加工工艺与普通加工工艺基本相同，在设计零件的数控加工工艺时，首先要遵循普通加工工艺的基本原则与方法，同时还需要考虑数控加工本身的特点和零件编程的要求。由于数控机床本身自动化程度较高，控制方式不同，设备费用也高，使数控加工工艺形成了以下几个特点。

1．工艺内容具体、详细

数控加工工艺与普通加工工艺相比，在工艺文件的内容和格式上都有较大区别，如加工顺序、刀具的配置及使用顺序、刀具轨迹和切削参数等方面，都要比普通机床加工工艺中的工序内容更详细。在用通用机床加工时，许多具体的工艺问题，如工艺中各工步的划分与顺序安排、刀具的几何形状、走刀路线及切削用量等，在很大程度上都是由操作工人根据自己的实践经验和习惯自行考虑而决定的，一般无需工艺人员在设计工艺规程时进行过多的规定。而在数控加工时，上述这些具体的工艺问题，必须由编程人员在编程时给予预先确定。也就是说，在普通机床加工时，本来由操作工人在加工中灵活掌握并可通过适时调整来处理的许多具体工艺问题和细节，在数控加工时就转变为必须由编程人员事先设计和安排的内容。

2．工艺要求准确、严密

数控机床虽然自动化程度较高，但自适性差。它不能像通用机床那样在加工时根据加

工过程中出现的问题，自由地进行人为调整。例如，在数控机床上进行深孔加工时，它就不知道孔中是否已挤满了切屑，何时需要退刀，待清除切屑后再进行加工，而是一直到加工结束为止。所以在数控加工的工艺设计中，必须注意加工过程中的每一个细节，尤其是对图形进行数学处理、计算和编程时，一定要力求准确无误，以使数控加工顺利进行。在实际工作中，由于一个小数点或一个逗号的差错就可能酿成重大机床事故和质量事故。

3．应注意加工的适应性

由于数控加工自动化程度高、可多坐标联动、质量稳定、工序集中，但价格昂贵、操作技术要求高等特点均比较突出，因此要注意数控加工的特点，在选择加工方法和对象时更要特别慎重，甚至有时还要在基本不改变工件原有性能的前提下，对其形状、尺寸和结构等做适应数控加工的修改，这样才能既充分发挥出数控加工的优点，又达到较好的经济效益。

4．可自动控制加工复杂表面

在进行简单表面的加工时，数控加工与普通加工没有太大的差别。但是对于一些复杂曲面或有特殊要求的表面，数控加工就表现出与普通加工根本不同的加工方法。例如：对一些曲线或曲面的加工，普通加工是通过画线、靠模、钳工和成形加工等方法进行加工，这些方法不仅生产效率低，而且还很难保证加工精度；而数控加工则采用多轴联动进行自动控制加工，这种方法的加工质量是普通加工方法所无法比拟的。

5．工序集中

由于现代数控机床具有精度高、切削参数范围广、刀具数量多、多坐标以及多工位等特点，因此，在工件的一次装夹中可以完成多道工序的加工，甚至可以在工作台上装夹几个相同的工件进行加工，这样就大大缩短了加工工艺路线和生产周期，减少了加工设备和工件的运输量。

6．采用先进的工艺装备

数控加工中广泛采用先进的数控刀具和组合夹具等工艺装备，以满足数控加工中高质量、高效率和高柔性的要求。

1.5.2 数控加工工艺的主要内容

工艺安排是进行数控加工的前期准备工作，它必须在编制程序之前完成，因为只有在

确定工艺设计方案以后，编程才有依据，否则，如果加工工艺设计考虑不周全，往往会成倍增加工作量，有时甚至出现加工事故。可以说，数控加工工艺分析决定了数控加工程序的质量。因此，编程人员在编程之前，一定要先把工艺设计做好。

概括起来，数控加工工艺主要包括如下内容：

- 选择适合在数控机床上加工的零件，并确定零件的数控加工内容。
- 分析零件图样，明确加工内容及技术要求。
- 确定零件的加工方案，制定数控加工工艺路线，如工序的划分及加工顺序的安排等。
- 数控加工工序的设计，如零件定位基准的选取、夹具方案的确定、工步的划分、刀具的选取及切削用量的确定等。
- 数控加工程序的调整，对刀点和换刀点的选取，确定刀具补偿，确定刀路轨迹。
- 分配数控加工中的容差。
- 处理数控机床上的部分工艺指令。
- 数控加工专用技术文件的编写。

数控加工专用技术文件不仅是进行数控加工和产品验收的依据，同时也是操作者遵守和执行的规程，还为产品零件重复生产积累了必要的工艺资料，并进行了技术储备。这些由工艺人员做出的工艺文件，是编程人员在编制加工程序单时依据的相关技术文件。

不同的数控机床，其工艺文件的内容也有所不同。一般来讲，数控铣床的工艺文件应包括如下几项：

- 编程任务书。
- 数控加工工序卡片。
- 数控机床调整单。
- 数控加工刀具卡片。
- 数控加工进给路线图。
- 数控加工程序单。

其中最为重要的是数控加工工序卡片和数控加工刀具卡片。前者说明了数控加工的顺序和加工要素；后者是刀具使用的依据。

为了加强技术文件管理，数控加工工艺文件也应向标准化、规范化方向发展。但目前尚无统一的国家标准，各企业可根据本部门的特点制订上述有关工艺文件。

1.6 数控工序的安排

1．工序划分的原则

在数控机床上加工零件，工序可以比较集中，尽量一次装夹完成全部工序。与普通机床加工相比，加工工序划分有其自身的特点，常用的工序划分有以下两项原则。

- 保证精度的原则：数控加工要求工序尽可能集中，通常粗、精加工在一次装夹下完成，为减少热变形和切削力变形对工件的形状精度、位置精度、尺寸精度和表面粗糙度的影响，应将粗、精加工分开进行。对轴类或盘类零件，应该先粗加工，留少量余量精加工，来保证表面质量要求。同时，对一些箱体工件，为保证孔的加工精度，应先加工表面而后加工孔。
- 提高生产效率的原则：数控加工中，为减少换刀次数、节省换刀时间，应将需用同一把刀加工的加工部位全部完成后，再换另一把刀来加工其他部位。同时应尽量减少空行程，用同一把刀加工工件的多个部位时，应以最短的路线到达各加工部位。

实际中，数控加工工序要根据具体零件的结构特点和技术要求等情况综合考虑。

2．工序划分的方法

在数控机床上加工零件，工序应比较集中，在一次装夹中应该尽可能完成尽量多的工序。首先应根据零件图样，考虑被加工零件是否可以在一台数控机床上完成整个零件的加工工作。若不能，则应该选择哪一部分零件表面需要用数控机床加工。根据数控加工的特点，一般工序划分可按如下方法进行：

- 按零件装卡定位方式进行划分。

对于加工内容很多的零件，可按其结构特点将加工部位分成几个部分，如内形、外形、曲面或平面等。一般加工外形时，以内形定位；加工内形时，以外形定位。因而可以根据定位方式的不同来划分工序。

- 按同一把刀具加工的内容划分。

为了减少换刀次数，压缩空程时间，减少不必要的定位误差，可按刀具集中工序的方法加工零件。虽然有些零件能在一次安装加工出很多待加工面，但考虑到程序太长，会受到某些限制，如控制系统的限制（主要是内存容量）、机床连续工作时间的限制（如一道工序在一个班内不能结束）等，此外，程序太长会增加出错率，查错与检索也相应比较困难，

因此程序不能太长，一道工序的内容也不能太多。

- 按粗、精加工划分。

根据零件的加工精度、刚度和变形等因素来划分工序时，可按粗、精加工分开的原则来进行工序划分，即先进行粗加工再进行精加工。特别对于易发生加工变形的零件，由于粗加工后可能发生较大的变形而需要进行校形，因此一般来说，凡要进行粗、精加工的工件都要将工序分开。此时可用不同的机床或不同的刀具进行加工。通常在一次装夹中，不允许将零件某一部分表面加工完后，再加工零件的其他表面。

综上所述，在划分工序时，一定要根据零件的结构与工艺性、机床的功能、零件数控加工的内容、装夹次数及本单位生产组织状况等灵活协调。

对于加工顺序的安排，还应根据零件的结构和毛坯状况，以及定位安装与夹紧的需要来考虑，重点是工件的刚性不被破坏。顺序安排一般应按下列原则进行。

（1）要综合考虑上道工序的加工是否影响下道工序的定位与夹紧，中间穿插有通用机床加工工序等因素。

（2）先安排内形加工工序，后安排外形加工工序。

（3）在同一次安装中进行多道工序时，应先安排对工件刚性破坏小的工序。

（4）在安排以相同的定位和夹紧方式或用同一把刀具完成加工工序时，最好连续进行，以减少重复定位次数、换刀次数与挪动压板次数。

1.7　加工刀具的选择和切削用量的确定

加工刀具的选择和切削用量的确定是数控加工工艺中的重要内容，它不仅影响数控机床的加工效率，而且直接影响加工质量。CAD/CAM 技术的发展，使得在数控加工中直接利用 CAD 的设计数据成为可能，特别是微机与数控机床的连接，使得设计、工艺规划及编程的整个过程可以全部在计算机上完成，一般不需要输出专门的工艺文件。

现在，许多 CAD/CAM 软件包都提供自动编程功能，这些软件一般是在编程界面中提示工艺规划的有关问题，比如刀具选择、加工路径规划和切削用量设定等。编程人员只要设置了有关的参数，就可以自动生成 NC 程序并传输至数控机床完成加工。因此，数控加工中的刀具选择和切削用量的确定是在人机交互状态下完成的，这与普通机床加工形成鲜明的对比，同时也要求编程人员必须掌握刀具选择和切削用量确定的基本原则，在编程时充分考虑数控加工的特点。

1.7.1 数控加工常用刀具的种类及特点

数控加工刀具必须适应数控机床高速、高效和自动化程度高的特点，一般应包括通用刀具、通用连接刀柄及少量专用刀柄。刀柄要连接刀具并装在机床动力头上，因此已逐渐标准化和系列化。数控刀具的分类有多种方法。根据切削工艺可分为：车削刀具（分外圆、内孔、螺纹和切割刀具等多种)、钻削刀具（包括钻头、铰刀和丝锥等)、镗削刀具、铣削刀具等。根据刀具结构可分为：整体式、镶嵌式、采用焊接和机夹式连接，机夹式又可分为不转位和可转位两种。根据制造刀具所用的材料可分为：高速钢刀具、硬质合金刀具、金刚石刀具及其他材料刀具，如陶瓷刀具、立方氮化硼刀具等。为了适应数控机床对刀具耐用、稳定、易调、可换等的要求，近几年机夹式可转位刀具得到广泛的应用，在数量上达到全部数控刀具的 30%～40%，金属切除量占总数的 80%～90%。

数控刀具与普通机床上所用的刀具相比，有许多不同的要求，主要有以下特点。

- 刚性好，精度高，抗振及热变形小。
- 互换性好，便于快速换刀。
- 寿命高，切削性能稳定、可靠。
- 刀具的尺寸便于调整，以减少换刀调整时间。
- 刀具应能可靠地断屑或卷屑，以利于切屑的排除。
- 系列化、标准化，以利于编程和刀具管理。

1.7.2 数控加工刀具的选择

刀具的选择是在数控编程的人机交互状态下进行的。应根据机床的加工能力、加工工序、工件材料的性能、切削用量以及其他相关因素正确选用刀具和刀柄。刀具选择的总原则是：适用、安全和经济。适用是要求所选择的刀具能达到加工的目的，完成材料的去除，并达到预定的加工精度。安全指的是在有效去除材料的同时，不会产生刀具的碰撞和折断等，要保证刀具及刀柄不会与工件相碰撞或挤擦，造成刀具或工件的损坏。经济指的是能以最小的成本完成加工。在同样可以完成加工的情形下，选择相对综合成本较低的方案，而不是选择最便宜的刀具；在满足加工要求的前提下，尽量选择较短的刀柄，以提高刀具加工的刚性。

选取刀具时，要使刀具的尺寸与被加工工件的表面尺寸相适应。生产中，平面零件周边轮廓的加工，常采用立铣刀；铣削平面时，应选硬质合金刀片铣刀；加工凸台、凹槽时，

选高速钢立铣刀；加工毛坯表面或粗加工孔时，可选取镶硬质合金刀片的玉米铣刀；对一些立体型面和变斜角轮廓外形的加工，常采用球头铣刀、环形铣刀、盘形铣刀和锥形铣刀。

在生产过程中，铣削零件周边轮廓时，常采用立铣刀，所用的立铣刀的刀具半径一定要小于零件内轮廓的最小曲率半径。一般取最小曲率半径的 0.8～0.9 倍即可。零件的加工高度（Z 方向的背吃刀量）最好不要超过刀具的半径。

平面铣削时，应选用不重磨硬质合金端铣刀、立铣刀或可转位面铣刀。一般采用二次进给，第一次进给最好用端铣刀粗铣，沿工件表面连续进给。选好每次进给的宽度和铣刀的直径，使接痕不影响精铣精度。因此，加工余量大且不均匀时，铣刀直径要选得小些。精加工时，一般用可转位密齿面铣刀，铣刀直径要选得大些，最好能够包容加工面的整个宽度，可以设置 6～8 个刀齿，密布的刀齿使进给速度大大提高，从而提高切削效率，同时可以达到理想的表面加工质量，甚至可以实现以铣代磨。

加工凸台、凹槽和箱口面时，选取高速钢立铣刀、镶硬质合金刀片的端铣刀和立铣刀。在加工凹槽时应采用直径比槽宽小的铣刀，先铣槽的中间部分，然后再利用刀具半径补偿（或称直径补偿）功能对槽的两边进行铣加工，这样可以提高槽宽的加工精度，减少铣刀的种类。

加工毛坯表面时，最好选用硬质合金波纹立铣刀，它在机床、刀具和工件系统允许的情况下，可以进行强力切削。对一些立体型面和变斜角轮廓外形的加工，常采用球头铣刀、锥形铣刀和盘形铣刀。加工孔时，应该先用中心钻刀打中心孔，用以引正钻头。然后再用较小的钻头钻孔至所需深度，之后用扩孔钻头进行扩孔，最后加工至所需尺寸并保证孔的精度。在加工较深的孔时，特别要注意钻头的冷却和排屑问题，可以利用深孔钻削循环指令 G83 进行编程，即让钻头工进一段后，快速退出工件进行排屑和冷却；再工进，再进行冷却和排屑，循环直至孔深钻削完成。

在进行自由曲面加工时，由于球头刀具的端部切削速度为零，因此，为保证加工精度，切削行距一般取得很密，故球头刀具常用于曲面的精加工。而平头刀具在表面加工质量和切削效率方面都优于球头刀具，因此只要在保证不过切的前提下，无论是曲面的粗加工还是精加工，都应优先选择平头刀具。另外，刀具的耐用度和精度与刀具价格关系极大，必须引起注意的是，在大多数情况下，虽然选择好的刀具增加了刀具成本，但由此带来的加工质量和加工效率的提高，则可以使整个加工成本大大降低。

在加工中心上，各种刀具分别装在刀库上，按程序规定随时进行选刀和换刀动作。因此必须采用标准刀柄，以便使钻、镗、扩、铣等工序用的标准刀具，迅速、准确地装到机

床主轴或刀库中去。编程人员应了解机床上所用刀柄的结构尺寸、调整方法以及调整范围，以便在编程时确定刀具的径向和轴向尺寸。目前我国的加工中心采用 TSG 工具系统，其刀柄有直柄（三种规格）和锥柄（四种规格）两类，共包括 16 种不同用途的刀柄。

在经济型数控加工中，由于刀具的刃磨、测量和更换多为人工手动进行，占用辅助时间较长，因此必须合理安排刀具的排列顺序。一般应遵循以下原则：尽量减少刀具数量；一把刀具装夹后，应完成其所能进行的所有加工部位；粗精加工的刀具应分开使用，即使是相同尺寸规格的刀具；先铣后钻；先进行曲面精加工，后进行二维轮廓精加工；在可能的情况下，应尽可能利用数控机床的自动换刀功能，以提高生产效率等。

1.7.3 铣削刀具

铣刀是一种在回转体表面上或端面上分布有多个刀齿的多刃刀具。铣刀在金属切削加工中是应用很广泛的一种刀具。它的种类很多，主要用于卧式铣床、立式铣床、数控铣床、加工中心机床上加工平面、台阶面、沟槽、切断、齿轮和成形表面等。铣刀是多齿刀具，每一个刀齿相当于一把刀，因此采用铣刀加工工件的效率高。目前铣刀是属于粗加工和半精加工刀具，其加工精度为 IT8、IT9，表面粗糙度为 $Ra1.6$～$Ra6.3$。

按用途分类，铣刀大致可分为：面铣刀、圆柱铣刀、键槽铣刀、立铣刀、盘形铣刀、锯片铣刀、角度铣刀、模具铣刀和成形铣刀。下面对部分常用的铣刀进行简要的说明，供读者参考。

1．面铣刀

面铣刀又称端铣刀，主要用于在立式铣床上加工平面以及台阶面等。面铣刀的主切削刃分布在铣刀的圆锥面上或圆柱面上，副切削刃分布在铣刀的端面上。

面铣刀按结构可以分为硬质合金整体焊接式面铣刀、硬质合金机夹焊接式面铣刀、硬质合金可转位式面铣刀以及整体式面铣刀等形式。图 1.7.1 所示是硬质合金整体焊接式面铣刀。这种铣刀是由合金钢刀体与硬质合金刀片经焊接而成的，其结构紧凑，切削效率高，并且制造比较方便。但是，刀齿损坏后很难修复，所以这种铣刀应用不多。

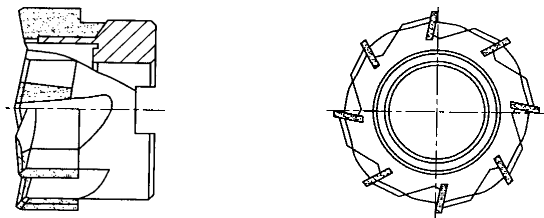


图 1.7.1 硬质合金整体焊接式面铣刀

2．圆柱铣刀

圆柱铣刀主要用于卧式铣床加工平面，圆柱铣刀一般为整体式，材料为高速钢，主切削刃分布在圆柱上，无副切削刃，如图 1.7.2 所示。该铣刀有粗齿和细齿之分。粗齿铣刀齿数少，刀齿强度大，容屑空间大，重磨次数多，适用于粗加工；细齿铣刀齿数多，工作较平稳，适用于精加工，也可在刀体上镶焊硬质合金刀条。

圆柱铣刀直径范围为 ϕ50～ϕ l00mm，齿数 z=6～14，螺旋角 β=30°～45°。当螺旋角 β=0°时，螺旋刀齿即为直刀齿，目前很少应用于生产。

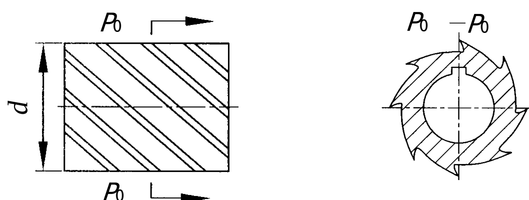


图 1.7.2　圆柱铣刀

3．键槽铣刀

键槽铣刀主要用于立式铣床上加工圆头封闭键槽等，如图 1.7.3 所示。该铣刀只有两个刀瓣，端面无顶尖孔，端面刀齿从外圆开至轴心，且螺旋角较小，增强了端面刀齿强度。加工键槽时，每次先沿铣刀轴向进给较小的量，此时端面刀齿上的切削刃为主切削刃，圆柱面上的切削刃为副切削刃。然后再沿径向进给，此时端面刀齿上的切削刃为副切削刃，圆柱面上的切削刃为主切削刃，这样反复多次，就可完成键槽的加工。这种铣刀加工键槽精度较高，铣刀寿命较长。键槽铣刀的直径范围为 ϕ 2～ϕ63mm，柄部有直柄和莫氏锥柄两种形式。

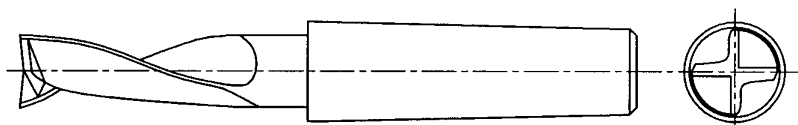


图 1.7.3　键槽铣刀

4．立铣刀

立铣刀主要用于在立式铣床上加工凹槽、台阶面和成形面（利用靠模）等。图 1.7.4 所示为立铣刀，其主切削刃分布在铣刀的圆柱面上，副切削刃分布在铣刀的端面上，且端面中心有顶尖孔。该立铣刀有粗齿和细齿之分，粗齿齿数为 3～6，适用于粗加工；细齿齿数为 5～10，适用于半精加工。该立铣刀的直径范围是 ϕ 2～ϕ 80mm，其柄部有直柄、莫氏

锥柄和 7∶24 锥柄等多种形式。该立铣刀应用较广，但切削效率较低。

加工中心上用的立铣刀主要有三种形式：球头刀（$R=D/2$），端铣刀（$R=0$）和 R 刀（$R<D/2$）（俗称“牛鼻刀”或“圆鼻刀”），其中 D 为刀具的直径，R 为刀具半径。某些刀具还可能带有一定的锥度 A。

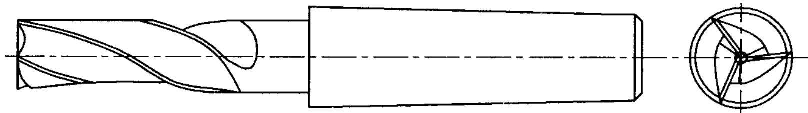


图 1.7.4　立铣刀

5．盘形铣刀

盘形铣刀包括槽铣刀、两面刃铣刀和三面刃铣刀。槽铣刀仅在圆柱表面上有刀齿，此种铣刀只适用于加工浅槽。两面刃铣刀在圆柱表面和一个侧面上做有刀齿，适用于加工台阶面。三面刃铣刀在两侧面都有刀齿，主要用于在卧式铣床上加工槽和台阶面等。三面刃铣刀的主切削刃分布在铣刀的圆柱面上，副切削刃分布在两端面上。该铣刀按刀齿结构可分为直齿、错齿和镶齿三种形式。图 1.7.5 所示是直齿三面刃铣刀。该铣刀结构简单，制造方便，但副切削刃前角为零度，切削条件较差。该铣刀直径范围是 ϕ50～ϕ200mm，宽度 B=4～40mm。

6．角度铣刀

角度铣刀主要用于在卧式铣床上加工各种斜槽和斜面等。根据本身外形不同，角度铣刀可分为单角铣刀、不对称双角铣刀和对称双角铣刀三种。图 1.7.6 所示是单角铣刀。圆锥面上的切削刃是主切削刃，端面上的切削刃是副切削刃。该铣刀直径范围是 ϕ40～ϕ100mm，角度 θ=18°～90°。角度铣刀的材料一般是高速钢。

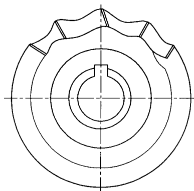


图 1.7.5　直齿三面刃铣刀

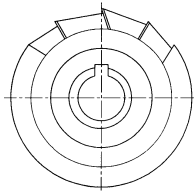


图 1.7.6　单角铣刀

7．模具铣刀

模具铣刀主要用于在立式铣床上加工模具型腔。按工作部分形状不同，模具铣刀可分

为圆柱形球头铣刀（图 1.7.7）、圆锥形球头铣刀（图 1.7.8）和圆锥形立铣刀（图 1.7.9）三种形式。在前两种铣刀的圆柱面、圆锥面和球面上的切削刃均为主切削刃，铣削时不仅能沿铣刀轴向做进给运动，也能沿铣刀径向做进给运动，而且球头与工件接触往往为一点，这样在数控铣床的控制下，该铣刀就能加工出各种复杂的成形表面，所以其用途独特，很有发展前途。

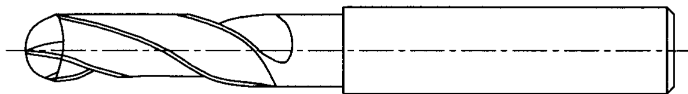


图 1.7.7　圆柱形球头铣刀



图 1.7.8　圆锥形球头铣刀

圆锥形立铣刀的作用与立铣刀基本相同，只是该铣刀可以利用本身的圆锥体，方便地加工出模具型腔的拔模斜度。

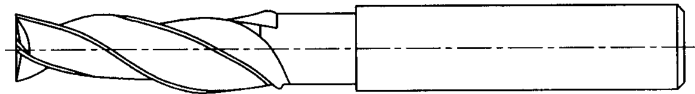


图 1.7.9　圆锥形立铣刀

8．成形铣刀

成形铣刀的切屑刃廓形是根据工件轮廓形状来设计的，其主要在通用铣床上用于工件形状复杂表面的加工，成形铣刀还可用来加工直沟和螺旋沟成形表面。使用成形铣刀加工可保证加工工件尺寸和形状的一致性，生产效率高，使用方便，目前广泛应用于生产加工中。常见的成形铣刀（如凸半圆铣刀和凹半圆铣刀）已有通用标准，但大部分成形铣刀属于专用刀具，需自行设计。

1.7.4　切削用量的确定

合理选择切削用量的原则如下：粗加工时，一般以提高生产率为主，但也应考虑经济性和加工成本；半精加工和精加工时，应在保证加工质量的前提下，兼顾切削效率、经济性和加工成本。具体数值应根据机床说明书和切削用量手册，并结合经验而定。

1．背吃刀量 t

背吃刀量 t 也称切削深度，在机床、工件和刀具刚度允许的情况下，t 就等于加工余量，这是提高生产率的一个有效措施。为了保证零件的加工精度和表面粗糙度，一般应留一定的余量进行精加工。数控机床的精加工余量可略小于普通机床。

2．切削宽度 L

切削宽度称为步距，一般切削宽度 L 与刀具直径 D 成正比，与背吃刀量成反比。在经济型数控加工中，一般 L 的取值范围为：L=（0.6～0.9）D。在粗加工中，大步距有利于加工效率的提高。使用圆鼻刀进行加工，实际参与加工的部分是从刀具直径扣除刀尖的圆角部分，即实际加工长度 $d=D-2r$，（D 为刀具直径，r 为刀尖圆角半径），L 可以取（0.8～0.9）d。使用球头刀进行精加工时，步距的确定应首先考虑所能达到的精度和表面粗糙度。

3．切削线速度 v_c

切削线速度 v_c 也称单齿切削量，单位为 m / min。提高 v_c 值也是提高生产率的一个有效措施，但 v_c 与刀具寿命的关系比较密切。随着 v_c 的增大，刀具寿命急剧下降，故 v_c 的选择主要取决于刀具寿命。另外，切削速度与加工材料也有很大关系，例如用立铣刀铣削合金钢 30CrNi2MoVA 时，v_c 可采用 8m/min 左右；而用同样的立铣刀铣削铝合金时，v_c 可选 200m/min 以上。一般好的刀具供应商都会在其手册或刀具说明书中提供刀具的切削速度推荐参数 v_c 。

此外，在确定精加工、半精加工的切削速度时，应注意避开积屑瘤和鳞刺产生的区域；在易发生振动的情况下，切削速度应避开自激振动的临界速度；在加工带硬皮的铸锻件时或加工大件、细长件和薄壁件，以及断切削时，应选用较低的切削速度。

4．主轴转速 n

主轴转速的单位是 r / min，一般应根据切削速度 v_c ，刀具或工件直径来选定。计算公式为

$$n = \frac{1000 v_c}{\pi D_c}$$

式中，D_c 是刀具直径，单位为 mm。在使用球头铣刀时要做一些调整，球头铣刀的计算直径 D_{eff} 要小于铣刀直径 D_c ，故其实际转速不应按铣刀直径 D_c 计算，而应按计算直径 D_{eff} 计算。

$$D_{eff}=\left[D_c^2-\left(D_c-2t\right)^2\right]\times 0.5$$

$$n=\frac{1000v_c}{\pi D_{eff}}$$

数控机床的控制面板上一般备有主轴转速修调（倍率）开关，可在加工过程中对主轴转速进行整倍数调整。

5．进给速度 v_f

进给速度 v_f 是指机床工作台在做插位时的进给速度，单位为 mm / min。v_f 应根据零件的加工精度和表面粗糙度要求以及刀具和工件材料来选择。v_f 的增加可以提高生产效率，但是刀具寿命也会降低。加工表面粗糙度要求低时，v_f 可选择得大些。在加工过程中，v_f 也可通过机床控制面板上的修调开关进行人工调整，但是最大进给速度要受到设备刚度和进给系统性能等的限制。进给速度可以按以下公式进行计算：

$$v_f=nzf_z$$

式中，v_f 是工作台进给量，单位为mm / min；n表示主轴转速，单位为r/min；z表示刀具齿数；f_z 表示进给量，单位为mm / 齿，f_z 值由刀具供应商提供。

在数控编程中，还应考虑在不同情形下选择不同的进给速度。如在初始切削进给时，特别是在 Z 轴下刀时，因为进行端铣，受力较大，同时考虑程序的安全性问题，所以应以相对较慢的速度进给。

随着数控机床在生产实际中的广泛应用，数控编程已经成为数控加工中的关键问题之一。在数控加工程序的编制过程中，要在人机交互状态下及时选择刀具、确定切削用量。因此，编程人员必须熟悉刀具的选择方法和切削用量的确定原则，从而保证零件的加工质量和加工效率，充分发挥数控机床的优点，提高企业的经济效益和生产水平。

1.8　高度与安全高度

安全高度是为了避免刀具碰撞工件或夹具而设定的高度，即在主轴方向上的偏移值。在铣削过程中，如果刀具需要转移位置，将会退到这一高度，然后再进行 G00 插补到下一个进刀位置。一般情况下这个高度应大于零件的最大高度（即高于零件的最高表面）。起止

高度是指在程序开始时，刀具将先到达这一高度，同时在程序结束后，刀具也将退回到这一高度。起止高度大于或等于安全高度，如图 1.8.1 所示。

刀具从起止高度到接近工件开始切削，需要经过快速进给和慢速下刀两个过程。刀具先以 G00 快速进给到指定位置，然后慢速下刀到加工位置。如果刀具不是经过先快速再慢速的过程接近工件，而是以 G00 的速度直接下刀到加工位置，这样就很不安全。因为假使该加工位置在工件内或工件上，在采用垂直下刀方式的情况下，刀具很容易与工件相碰，这在数控加工中是不允许的。即使是在空的位置下刀，如果不采用先快后慢的方式下刀，由于惯性的作用也很难保证下刀所到位置的准确性。但是慢速下刀的距离不宜取得太大，因为此时的速度往往比较慢，太长的慢速下刀距离将影响加工效率。

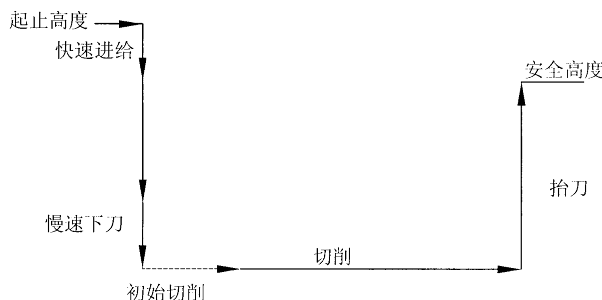


图 1.8.1 起止高度与安全高度示意图

在加工过程中，当刀具在两点间移动而不切削时，如果设定为抬刀，刀具将先提高到安全高度平面，再在此平面上移动到下一点，这样虽然延长了加工时间，但比较安全。特别是在进行分区加工时，可以防止两区域之间有高于刀具移动路线的部分与刀具碰撞事故的发生。一般来说，在进行大面积粗加工时，通常建议使用抬刀，以便在加工时可以暂停，对刀具进行检查；在精加工或局部加工时，通常使用不抬刀以提高加工速度。

1.9 走刀路线的选择

在数控加工中，刀具（严格说是刀位点）相对于工件的运动轨迹和方向称为加工路线，即刀具从对刀点开始运动起，直至结束加工程序所经过的路径，包括切削加工的路径及刀具引入、返回等非切削空行程。走刀路线是刀具在整个加工工序中相对于工件的运动轨迹，不但包括了工序的内容，而且也反映出工序的顺序。走刀路线是编写程序的依据之一。确定加工路线时首先必须保证被加工零件的尺寸精度和表面质量，其次应考虑数值计算简单、走刀路线尽量短、效率较高等。

工序顺序是指同一道工序中各个表面加工的先后次序。工序顺序对零件的加工质量、加工效率和数控加工中的走刀路线有直接影响，应根据零件的结构特点和工序的加工要求等合理安排。工序的划分与安排一般可随走刀路线来进行，在确定走刀路线时，主要考虑以下几点。

（1）对点位加工的数控机床，如钻床、镗床，要考虑尽可能使走刀路线最短，减少刀具空行程时间，提高加工效率。

如图 1.9.1a 所示，按照一般习惯，总是先加工均布于外圆周上的八个孔，再加工内圆周上的四个孔。但是对点位控制的数控机床而言，要求定位精度高，定位过程应该尽可能快，因此这类机床应按空程最短来安排走刀路线，以节省时间，如图 1.9.1b 所示。



图 1.9.1　走刀路线示意图

（2）应能保证零件的加工精度和表面粗糙度要求。

当铣削零件外轮廓时，一般采用立铣刀侧刃切削。刀具切入工件时，应沿外轮廓曲线延长线的切向切入，避免沿零件外轮廓的法向切入，以免在切入处产生刀具的刻痕而影响表面质量，保证零件外轮廓曲线平滑过渡。同理，在切离工件时，应该沿零件轮廓延长线的切向逐渐切离工件，避免在工件的轮廓处直接退刀影响表面质量，如图 1.9.2 所示。

铣削封闭的内轮廓表面时，如果内轮廓曲线允许外延，则应沿切线方向切入或切出。若内轮廓曲线不允许外延，则刀具只能沿内轮廓曲线的法向切入或切出，此时刀具的切入切出点应尽量选在内轮廓曲线两几何元素的交点处。若内部几何元素相切无交点时，刀具切入切出点应远离拐角，以防刀补取消时在轮廓拐角处留下凹口，如图 1.9.3 所示。

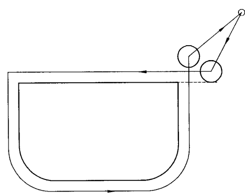


图 1.9.2　外轮廓铣削走刀路线

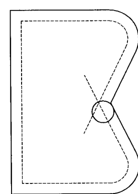


图 1.9.3　内轮廓铣削走刀路线

对于边界敞开的曲面加工，可采用两种走刀路线。第一种走刀路线如图 1.9.4a 所示，

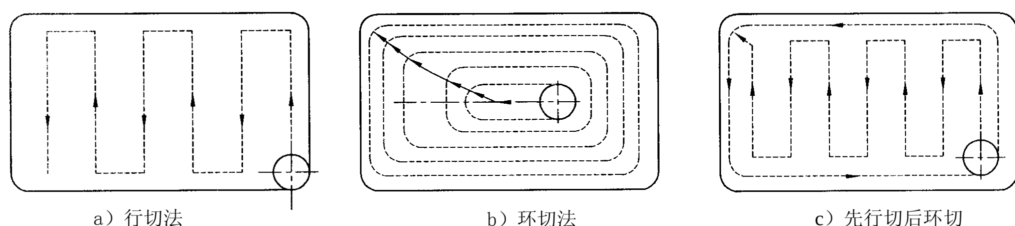
每次沿直线加工，刀位点计算简单，程序少，加工过程符合直纹面的形成，以保证母线的直线度。第二种走刀路线如图 1.9.4b 所示，便于加工后检验，曲面的准确度较高，但程序较多。由于曲面零件的边界是敞开的，没有其他表面限制，所以边界曲面可以延伸，球头铣刀应由边界外开始加工。



a）横向走刀　　b）纵向走刀

图 1.9.4　曲面铣削走刀路线

图 1.9.5a、b 所示分别为用行切法加工和环切法加工凹槽的走刀路线，而图 1.9.5c 是先用行切法，最后环切一刀光整轮廓表面。所谓行切法是指刀具与零件轮廓的切点轨迹是一行一行的，而行间的距离是按零件加工精度的要求确定的；环切法则是指刀具与零件轮廓的切点轨迹是一圈一圈的。这三种方案中，图 1.9.5a 所示方案在周边留有大量的残余，表面质量最差；图 1.9.5b 所示方案和图 1.9.5c 所示方案都能保证精度，但图 1.9.5b 所示方案走刀路线稍长，程序计算量大。



a）行切法　　b）环切法　　c）先行切后环切

图 1.9.5　凹槽的走刀路线

此外，轮廓加工中应避免进给停顿。因为加工过程中的切削力会使工艺系统产生弹性变形并处于相对平衡状态，进给停顿时，切削力突然减小会改变系统的平衡状态，刀具会在进给停顿处的零件轮廓上留下刻痕。为提高工件表面的精度和减小表面粗糙度，可以采用多次走刀的方法，精加工余量一般以 0.2～0.5mm 为宜。而且精铣时宜采用顺铣，以减小零件被加工表面粗糙度的值。

1.10　对刀点与换刀点的选择

“对刀点”是数控加工时刀具相对零件运动的起点，又称“起刀点”，也是程序的开始。在加工时，工件可以在机床加工尺寸范围内任意安装，要正确执行加工程序，必须确定工件在机床坐标系的确切位置。确定对刀点的位置，也就确定了机床坐标系和零件坐标系之间的相互位置关系。对刀点是工件在机床上定位装夹后，再设置在工件坐标系中的。对于数控车床、加工中心等多刀具加工的数控机床，在加工过程中需要进行换刀，所以在编程时应考虑不同工序之间的换刀位置，即“换刀点”。换刀点应选择在工件的外部，避免换刀时刀具与工件及夹具发生干涉，损坏刀具或工件。

对刀点的选择原则，主要是考虑对刀方便，对刀误差小，编程方便，加工时检查方便、可靠。对刀点的设置没有严格规定，可以设置在工件上，也可以设置在夹具上，但在编程坐标系中必须有确定的位置，如图 1.10.1 所示的X_1和Y_1。对刀点既可以与编程原点重合，也可以不重合，主要取决于加工精度和对刀的方便性。当对刀点与编程原点重合时，$X_1=0$，$Y_1=0$。

为了提高零件的加工精度，对刀点要尽可能选择在零件的设计基准或工艺基准上。例如，零件上孔的中心点或两条相互垂直的轮廓边的交点都可以作为对刀点，有时零件上没有合适的部位，可以加工出工艺孔来对刀。生产中常用的对刀工具有百分表、中心规和寻边器等，对刀操作一定要仔细，对刀方法一定要与零件的加工精度相适应。

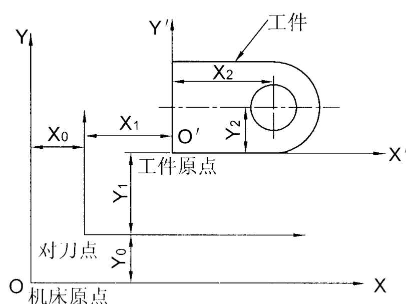


图 1.10.1　对刀点选择示意图

1.11　数控加工的补偿

在 20 世纪六七十年代的数控加工中没有补偿的概念，所以编程人员不得不围绕刀具的

理论路线和实际路线的相对关系来进行编程，容易产生错误。补偿的概念出现以后，大大地提高了编程的工作效率。

在数控加工中有刀具半径补偿、刀具长度补偿和夹具补偿。这三种补偿基本上能解决在加工中因刀具形状而产生的轨迹问题。下面简单介绍一下这三种补偿在一般加工编程中的应用。

1.11.1　刀具半径补偿

在数控机床进行轮廓加工时，由于刀具有一定的半径（如铣刀半径），因此在加工时，刀具中心的运动轨迹必须偏离实际零件轮廓一个刀具半径值，否则实际需要的尺寸将与加工出的零件尺寸相差一个刀具半径值或一个刀具直径值。此外，在零件加工时，有时还需要考虑加工余量和刀具磨损等因素的影响。有了刀具半径补偿后，在编程时就可以不考虑太多刀具的直径大小了。刀具半径补偿一般只用于铣刀类刀具，当铣刀在内轮廓加工时，刀具中心向零件内偏离一个刀具半径值；在外轮廓加工时，刀具中心向零件外偏离一个刀具半径值。当数控机床具备刀具半径补偿功能时，数控编程只需按工件轮廓进行，然后再加上刀具半径补偿值，此值可以在机床上设定。程序中通常使用 G41 / G42 指令来执行，其中 G41 为刀具半径左补偿，G42 为刀具半径右补偿。根据 ISO 标准，沿刀具前进方向看去，当刀具中心轨迹位于零件轮廓右边时，称为刀具半径右补偿；反之，称为刀具半径左补偿。

在使用 G41/G42 进行半径补偿时，应采取如下步骤：设置刀具半径补偿值；让刀具移动来使补偿有效（此时不能切削工件）；正确地取消半径补偿（此时也不能切削工件）。当然要注意的是，在切削完成而刀具补偿结束时，一定要用 G40 使补偿无效。G40 的使用同样遇到和使补偿有效相同的问题，一定要等刀具完全切削完毕并安全地退出工件后，才能执行 G40 命令来取消补偿。

1.11.2　刀具长度补偿

根据加工情况，有时不仅需要对刀具半径进行补偿，还要对刀具长度进行补偿。程序员在编程的时候，首先要指定零件的编程中心，然后才能建立工件编程的坐标系，而此坐标系只是一个工件坐标系，零点一般在工件上。长度补偿只是和 Z 坐标有关，因为刀具是由主轴锥孔定位而不改变，对于 Z 坐标的零点就不一样了。每一把刀的长度都是不同的，例如，要钻一个深为 60mm 的孔，然后攻螺纹长度为 55mm，分别用一把长为 250mm 的钻

头和一把长为 350mm 的丝锥。先用钻头钻深 60mm 的孔，此时机床已经设定了工件零点。当换上丝锥攻螺纹时，如果两把刀都设定从零点开始加工，丝锥因为比钻头长而攻螺纹过长，会损坏刀具和工件。这时就需要进行刀具长度补偿，铣刀的长度补偿与控制点有关。一般用一把标准刀具的刀头作为控制点，则该刀具称为零长度刀具。长度补偿的值等于所换刀具与零长度刀具的长度差。另外，当把刀具长度的测量基准面作为控制点，则刀具长度补偿始终存在。无论用哪一把刀具都要进行刀具的绝对长度补偿。

在进行刀具长度补偿前，必须先进行刀具参数的设置。设置的方法有机内试切法、机内对刀法和机外对刀法。对数控车床来说，一般采用机内试切法和机内对刀法。对数控铣床而言，采用机外对刀法为宜。不管采用哪种方法，所获得的数据都必须通过手动输入数据方式将刀具参数输入数控系统的刀具参数表中。

程序中通常使用指令 G43（G44）和 H3 来执行刀具长度补偿。使用指令 G49 可以取消刀具长度补偿，其实不必使用这个指令，因为每把刀具都有自己的长度补偿。当换刀时，利用 G43（G44）和 H3 指令同样可以赋予刀具自身刀长补偿而自动取消了前一把刀具的长度补偿。在加工中心上，刀具长度补偿的使用，一般是将刀具长度数据输入到机床的刀具数据表中，当机床调用刀具时，自动进行长度的补偿。刀具的长度补偿值也可以在设置机床工作坐标系时进行补偿。

1.11.3　夹具偏置补偿

刀具半径补偿和刀具长度补偿一样，让编程人员可以不用考虑刀具的长短和大小，夹具偏置补偿可以让编程人员不考虑工件夹具的位置。当用加工中心加工小的工件时，工装上一次可以装夹几个工件，编程人员可以不用考虑每一个工件在编程时的坐标零点，而只需按照各自的编程零点进行编程，然后使用夹具偏置来移动机床在每一个工件上的编程零点。夹具偏置是使用夹具偏置指令 G54~G59 来执行或使用 G92 指令设定坐标系。当一个工件加工完成之后，加工下一个工件时使用 G92 来重新设定新的工件坐标系。

上述三种补偿是在数控加工中常用的，它给编程和加工带来很大的方便，能大大地提高工作效率。

1.12　轮 廓 控 制

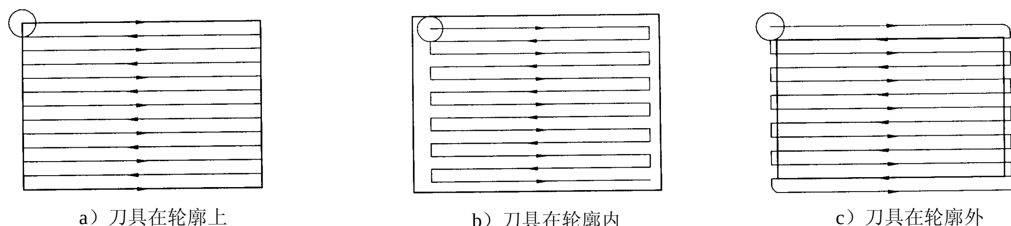
在数控编程中，有时候需要通过轮廓来限制加工范围，而某些刀轨的生成中，轮廓是

必不可少的因素，缺少轮廓将无法生成刀路轨迹。轮廓线需要设定其偏置补偿的方向，对于轮廓线会有三种参数选择，即刀具在轮廓上、轮廓内或轮廓外。

（1）刀具在轮廓上（On）：刀具中心线始终完全处于轮廓上，如图 1.12.1a 所示。

（2）刀具在轮廓内（To）：刀具轴将触到轮廓，相差一个刀具半径，如图 1.12.1b 所示。

（3）刀具在轮廓外（Past）：刀具完全越过轮廓线，超过轮廓线一个刀具半径，如图 1.12.1c 所示。

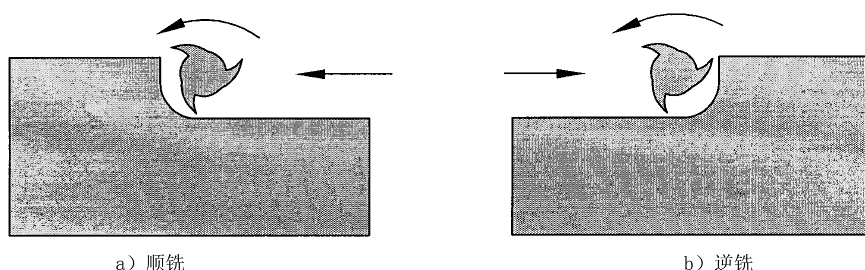


a）刀具在轮廓上　　b）刀具在轮廓内　　c）刀具在轮廓外

图 1.12.1　轮廓控制

1.13　顺铣与逆铣

在加工过程中，铣刀的进给方向有两种，即顺铣和逆铣。对着刀具的进给方向看，如果工件位于铣刀进给方向的左侧，则进给方向称为顺时针，当铣刀旋转方向与工件进给方向相同，即为顺铣，如图 1.13.1a 所示。如果工件位于铣刀进给方向的右侧时，则进给方向定义为逆时针，当铣刀旋转方向与工件进给方向相反，即为逆铣，如图 1.13.1b 所示。顺铣时，刀齿开始和工件接触时切削厚度最大，且从表面硬质层开始切入，刀齿受很大的冲击载荷，铣刀变钝较快，刀齿切入过程中没有滑移现象。逆铣时，切削由薄变厚，刀齿从已加工表面切入，对铣刀的磨损较小。逆铣时，铣刀刀齿接触工件后不能马上切入金属层，而是在工件表面滑动一小段距离，且在滑动过程中，由于强烈的摩擦产生大量的热量，同时在待加工表面易形成硬化层，降低了刀具的耐用度，影响工件表面粗糙度，给切削带来不利因素。因此一般情况下应尽量采用顺铣加工，以降低被加工零件表面粗糙度，保证尺寸精度，并且顺铣的功耗要比逆铣小，在同等切削条件下，顺铣功耗要低 5%～15%，同时顺铣也更有利于排屑。但是在切削面上有硬质层、积渣以及工件表面凹凸不平较显著的情况下，应采用逆铣法，例如加工锻造毛坯。



a）顺铣　　b）逆铣

图 1.13.1　顺铣和逆铣示意图

1.14　切　削　液

合理地选用切削液，可以带走大量的切屑，降低切削温度，减少刀具磨损，抑制积屑瘤和鳞刺产生，降低功耗，提高加工表面的质量。因而合理选用切削液是提高金属切削效率既经济又简单的一种方法。

1.14.1　切削液的作用

1．润滑作用

切削液的润滑作用是通过切削液渗入到刀具、切屑和加工表面之间而形成一层薄薄的润滑膜，以减少它们之间的摩擦力。润滑效果主要取决于切削液的渗透能力、吸附成膜的能力和润滑膜的强度。在切削液中可以通过加入不同成分和比例的添加剂，来改变其润滑能力。另外，切削液的润滑效果还与切削条件有关。切削速度越高，厚度越大，工件材料强度越高，切削液的润滑效果就越差。

2．冷却作用

切削液的冷却作用是指切削液能从切削区带走切削热，从而使切削温度降低。切削液进入切削区后，一方面减小了刀具与工件切削界面上的摩擦，减少了摩擦热的产生；另一方面通过传导、对流和汽化作用将切削区的热量带走，因而起到了降低切削温度的作用。

切削液的冷却作用取决于它的导热系数、比热容、汽化热、汽化温度、流量、流速及本身温度等。一般来说，三大类切削液中，水溶液的冷却性能最好，乳化液其次，切削油较差。当刀具的耐热性能较差、工件材料的热导率较低、热膨胀系数较大时，对切削液的冷却作用的要求就较高。

3．清洗作用

切削液的流动可冲走切削区域和机床导轨的细小切屑及脱落的磨粒，这对磨削、深孔加工、自动线加工来说是十分重要的。切削液的清洗能力主要取决于它的渗透性、流动性及使用压力，同时还受表面活性剂性能的影响。

4．防锈作用

切削液的防锈作用可防止工件、机床和刀具受到周围介质的腐蚀。在切削液中加入防锈剂以后，可在金属材料表面上形成附着力很强的一层保护膜，或与金属化合物形成钝化膜，对工件、机床和刀具能起到很好的防锈作用。

1.14.2 切削液的种类

切削液主要可分为水溶液、乳化液和切削油三大类。

1．水溶液

水溶液的主要成分是水，加入防锈剂即可，主要用于磨削。

2．乳化液

乳化液是在水中加入乳化油搅拌而成的乳白色液体。乳化油由矿物油与表面油乳化剂配制而成。乳化液具有良好的冷却作用，加入一定比例的油性剂和防锈剂，则可以成为既能润滑又能防锈的乳化液。

3．切削油

切削油的主要成分是各种矿物油、动物油和植物油，或由它们组成的复合油，并可根据需要加入各种添加剂，如极压添加剂、油性添加剂等。对于普通车削、攻螺纹可选用煤油；在加工有色金属和铸铁时，为了保证加工表面质量，常用煤油或煤油与矿物油的混合油；在加工螺纹时，常采用蓖麻油或豆油等。矿物油的油性差，不能形成牢固的吸附膜，润滑能力差。在低速时，可加入油性剂；在高速或重切削时，可加入硫、磷、氯等极压添加剂，能显著地提高润滑效果和冷却作用。

1.14.3 切削液的开关

在切削加工中加入切削液，可以降低切削温度，同时起到减少断屑与增强排屑作用，

但也存在着许多弊端。例如，一个大型的切削液系统需花费很多资金和很多时间，并且有些切削液中含有有害物质，对工人的健康不利，这也使切削液的使用受到限制。切削液开关在数控编程中可以自动设定，对自动换刀的数控加工中心，可以按需要开启切削液。对于一般的数控铣或者使用人工换刀进行加工的，应该关闭切削液开关。在程序调试阶段，程序错误或者校调错误等会暴露出来，加工时有一定的危险性，需要机床操作人员观察以确保安全，同时保持机床及周边环境整洁，故调试阶段应关闭切削液开关。机床操作人员在确认程序无错误、可以正常加工时，打开机床控制面板上的切削液开关。

1.15　加 工 精 度

机械加工精度是指零件加工后的实际几何参数（尺寸、形状及相互位置）与理想几何参数符合的程度，符合程度越高，精度愈高。两者之间的差异即加工误差。加工误差是指加工后得到的零件实际几何参数偏离理想几何参数的程度（图 1.15.1），加工后的实际型面与理论型面之间存在着一定的误差。“加工精度”和“加工误差”是评定零件几何参数准确程度这一问题的两个方面。加工误差越小，则加工精度越高。实际生产中，加工精度的高低往往是以加工误差的大小来衡量的。在生产过程中，任何一种加工方法所能达到的加工精度和表面粗糙度都是有一定范围的，不可能也没必要把零件做得绝对准确，只要把这种加工误差控制在性能要求的允许（公差）范围之内即可，通常称之为“经济加工精度”。

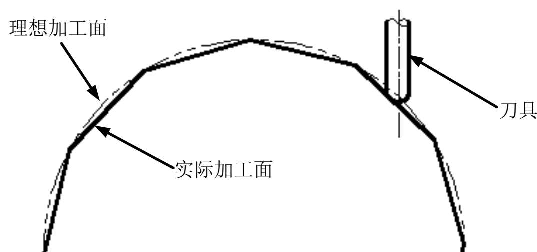


图 1.15.1　加工精度示意图

零件的加工精度包括尺寸精度、形状位置精度和表面粗糙度三个方面的内容。通常形状公差应限制在位置公差之内，而位置误差也应限制在尺寸公差之内。当尺寸精度高时，相应的位置精度、形状精度也高。但是当形状精度要求高时，相应的位置精度和尺寸精度不一定高，这需要根据零件加工的具体要求来决定。一般情况下，零件的加工精度越高，则加工成本相应地也越高，生产效率则会相应地越低。

数控加工的特点之一就是具有较高的加工精度，因此对于数控加工的误差必须加以严格控制，以达到加工要求。首先要了解在数控加工中可能造成加工误差的因素及其影响规律。

由机床、夹具、刀具和工件组成的机械加工工艺系统（简称工艺系统）会有各种各样的误差产生，这些误差在各种不同的具体工作条件下都会以各种不同的方式（或扩大、或缩小）反映为工件的加工误差。工艺系统的原始误差主要有工艺系统的原理误差、几何误差、调整误差、装夹误差、测量误差、夹具的制造误差与磨损、机床的制造误差、安装误差及磨损、工艺系统的受力变形引起的加工误差、工艺系统的受热变形引起的加工误差以及工件内应力重新分布引起的变形等。

在交互图形自动编程中，一般仅考虑两个主要误差：插补计算误差和残余高度。

刀轨是由圆弧和直线组成的线段集合近似地取代刀具的理想运动轨迹，两者之间存在着一定的误差，称为插补计算误差。插补计算误差是刀轨计算误差的主要组成部分，它与插补周期成正比，插补周期越大，插补计算误差越大。一般情况下，在 CAM 软件上通过设置公差带来控制插补计算误差，即实际刀轨相对理想刀轨的偏差不超过公差带的范围。

残余高度是指在数控加工中相邻刀轨间所残留的未加工区域的高度，它的大小决定了所加工表面的表面粗糙度，同时决定了后续的抛光工作量，是评价加工质量的一个重要指标。在利用 CAM 软件进行数控编程时，对残余高度的控制是刀轨行距计算的主要依据。在控制残余高度的前提下，以最大的行间距生成数控刀轨是高效率数控加工所追求的目标。

第 2 章　UG NX 7.0 数控加工入门

本章提要 UG NX 7.0 的加工模块为我们提供了非常方便、实用的数控加工功能，本章将通过一个简单零件的加工来说明 UG NX 7.0 数控加工操作的一般过程。通过本章的学习，希望读者能够清楚地了解数控加工的一般流程及操作方法，并了解其中的原理。

2.1　UG NX 7.0 数控加工流程

UG NX 7.0 能够模拟数控加工的全过程，其一般流程为（图 2.1.1）：

（1）创建制造模型，包括创建或获取设计模型以及工件规划。

（2）进入加工环境。

（3）进行 NC 操作（如创建程序、几何体、刀具等）。

（4）创建刀具路径文件，进行加工仿真。

（5）利用后处理器生成 NC 代码。

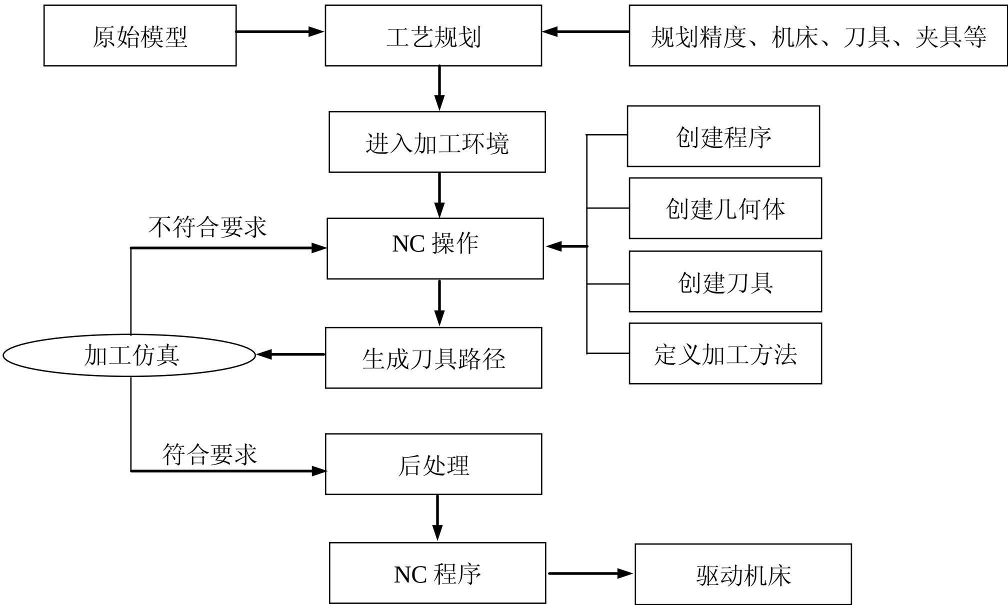


图 2.1.1　UG NX 7.0 数控加工流程图

2.2 进入 UG NX 7.0 的加工模块

在进行数控加工操作之前首先需要进入 UG NX 7.0 数控加工环境，其操作如下。

Step1. 打开模型文件。选择下拉菜单 文件(F) → 打开... 命令，系统弹出图 2.2.1 所示的“打开”对话框。在 查找范围(I): 下拉列表中选择文件目录 D:\ugnx7.9\work\ch02，然后在中间的列表框中选择文件 pocketing.prt，单击 OK 按钮，系统打开模型并进入建模环境。

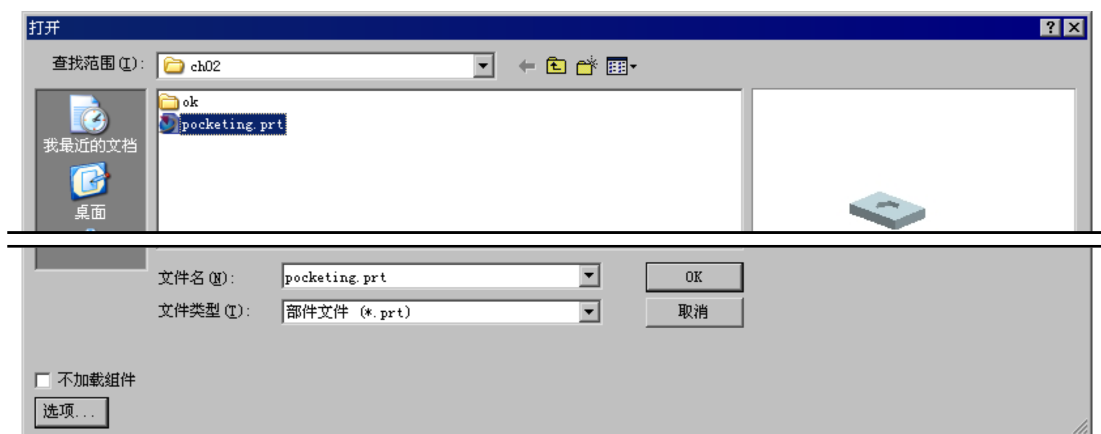


图 2.2.1 “打开”对话框

Step2. 进入加工环境。选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，系统弹出图 2.2.2 所示的“加工环境”对话框。

Step3. 选择操作模板类型。在“加工环境”对话框 要创建的 CAM 设置 列表框中选择 mill contour 选项，单击 确定 按钮，进入加工环境。



加工环境中的所有操作模板类型。必须在此指定一种操作模板类型，不过在进入加工环境后，可以随时改选此环境中的其他操作模板类型。

图 2.2.2 “加工环境”对话框

说明：当加工零件第一次进入加工环境时，系统将弹出“加工环境”对话框，在要创建的 CAM 设置列表中选择好操作模板类型之后，在“加工环境”对话框中单击确定按钮，系统将根据指定的操作模板类型，调用相应的模块和相关的数据进行加工环境的设置，在以后的操作中，选择下拉菜单工具(T) ➡ 操作导航器(O) ▸ ➡ 删除设置(S)命令，在系统弹出的“设置删除确认”对话框中单击确定(O)按钮，系统将再次弹出“加工环境”对话框，可以重新进行操作模板类型的选择。

2.3 创 建 程 序

程序主要用于排列各加工操作的次序，并可方便的对各个加工操作进行管理，某种程度上相当于一个文件夹。例如，一个复杂零件的所有加工操作（包括粗加工、半精加工、精加工等）需要在不同的机床上完成，将在同一机床上加工的操作放置在同一个程序组，就可以直接选取这些操作所在的父节点程序组进行后处理。下面还是以模型 pocketing.prt 为例，紧接上节的操作来继续说明创建程序的一般步骤。

Step1. 选择下拉菜单插入(S) ➡ 程序(P)...命令（单击“插入”工具栏中的按钮），系统弹出图 2.3.1 所示的“创建程序”对话框。

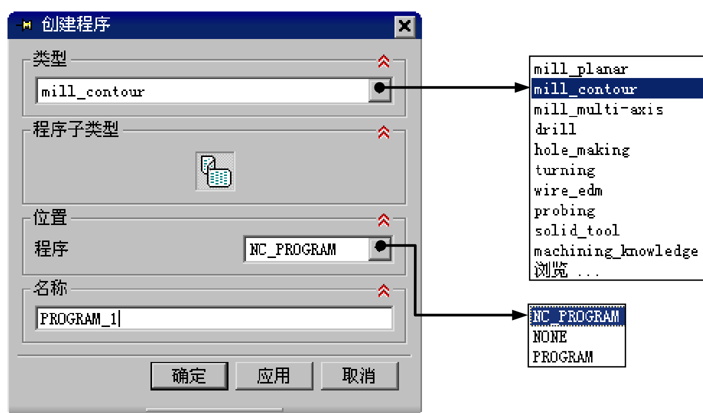


图 2.3.1　“创建程序”对话框

Step2. 在“创建程序”对话框类型下拉列表中选择mill_contour选项，在位置区域程序下拉列表中选择NC_PROGRAM选项，在名称文本框中输入程序名称 CAVITY，单击确定按钮，在系统弹出的“程序”对话框中单击确定按钮，完成程序的创建。

图 2.3.1 所示的“创建程序”对话框中各选项的说明如下：

- mill_planar：平面铣加工模板。
- mill_contour：轮廓铣加工模板。
- mill_multi-axis：多轴轮廓铣加工模板。
- drill：钻加工模板。

- hole_making：钻孔模板。
- turning：车加工模板。
- wire_edm：电火花线切割加工模板。
- probing：探测模板。
- solid_tool：整体刀具模板。
- machining_knowledge：加工知识模板。

2.4　创建几何体

创建几何体主要是定义要加工的几何对象（包括部件几何体、毛坯几何体、切削区域、检查几何体、修剪几何体）和指定零件几何体在数控机床上的机床坐标系（MCS）。几何体可以在创建操作之前定义，也可以在创建操作过程中分别指定。其区别是在操作之前定义的加工几何体可以为多个操作使用，而在创建操作过程中指定的加工几何体只能为该操作使用。

2.4.1　创建机床坐标系

在创建加工操作前，应首先创建机床坐标系，并检查机床坐标系与参考坐标系的位置和方向是否正确，要尽可能地将参考坐标系、机床坐标系、绝对坐标系统一到同一位置。

下面以前面的模型 pocketing.prt 为例，紧接着上节的操作来继续说明创建机床坐标系的一般步骤。

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 几何体(G)... 命令，系统弹出图 2.4.1 所示的“创建几何体”对话框。

Step2. 在“创建几何体”对话框 几何体子类型 区域中单击“MCS”按钮，在 位置 区域 几何体 下拉列表中选择 GEOMETRY 选项，在 名称 文本框中输入 CAVITY_MCS。

Step3. 单击“创建几何体”对话框中的 确定 按钮，系统弹出图 2.4.2 所示的“MCS”对话框。

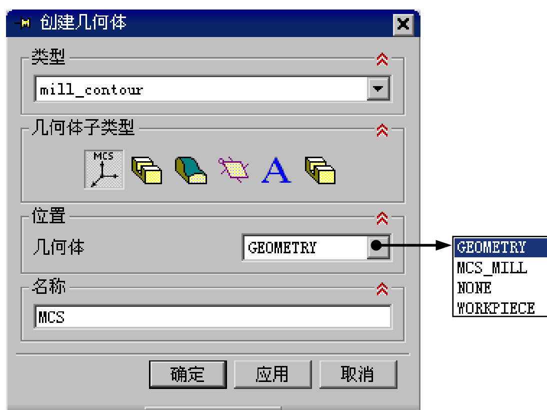


图 2.4.1　“创建几何体”对话框

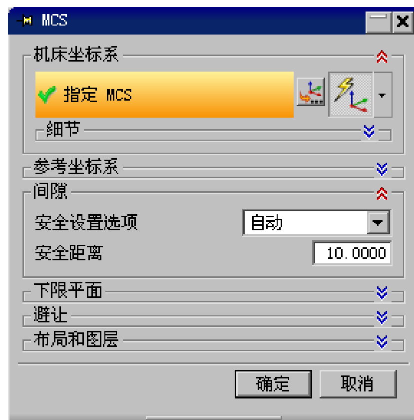


图 2.4.2　“MCS”对话框

图 2.4.1 所示的“创建几何体”对话框各选项说明如下。

- （MCS 机床坐标系）：使用此选项可以建立 MCS（机床坐标系）和 RCS（参考坐标系）、设置安全距离和下限平面以及避让参数等。
- （WORKPIECE 工件几何体）：用于定义部件几何体、毛坯几何体、检查几何体和部件的偏置。所不同的是，它通常位于“MCS_MIL”父级组下，只关联“MCS_MILL”中指定的坐标系、安全平面、下限平面和避让等。
- （MILL_AREA 切削区域几何体）：使用此选项可以定义部件、检查、切削区域、壁和修剪等几何体。切削区域也可以在以后的操作对话框中指定。
- （MILL_BND 边界几何体）：使用此选项可以指定部件边界、毛坯边界、检查边界、 修剪边界和底平面几何体。在某些需要指定加工边界的操作，如表面区域铣削、3D 轮廓加工和清根切削等操作中会用到此选项。
- A（MILL_TEXT 文字加工几何体）：使用此选项可以进行 planar_text 和 contour_text 操作文本的雕刻。
- （MILL_GEOM 部件几何体）：此选项可以通过选择模型中的体、面、曲线和切削区域来定义部件几何体、毛坯几何体、检查几何体，还可以定义零件的偏置、材料，储存当前的视图布局与层。
- 在 位置 区域 几何体 下拉列表中提供了如下选项：
  - ☑ GEOMETRY：用户自己定义的几何体，用户可以通过“创建几何体”来完成。
  - ☑ MCS_MILL：选择加工模板后系统自动生成，一般是工件几何体的父节点。
  - ☑ NONE：当选择此选项时，表示没有任何要加工的对象。
  - ☑ WORKPIECE：选择加工模板后，系统在几何体视图中会自动生成工件几何体。

图 2.4.2 所示的“MCS”对话框中的主要选项区域说明如下：

- 机床坐标系选项区域：单击此区域中的“CSYS 会话”按钮，系统弹出“CSYS”对话框，在此对话框中可以对机床坐标系的参数进行设置。机床坐标系即加工坐标系，它是所有刀路轨迹输出点坐标值的基准，刀路轨迹中所有点的数据都是根据机床坐标系生成的。在一个零件的加工工艺中，可能会创建多个机床坐标系，但在每个工步中只能显示一个机床坐标系。系统默认的机床坐标系定位在绝对坐标系上。
- 参考坐标系选项区域：选中该区域中 ☑ 链接 RCS 与 MCS 复选框，即指定当前的参考坐标系为机床坐标系，同时 指定 RCS 选项不可用，取消选中 ☐ 链接 RCS 与 MCS 复选框，

单击此区域中的“CSYS 会话”按钮，系统弹出“CSYS”对话框，在此对话框中可以对参考坐标系的参数进行设置。参考坐标系主要用于确定所有刀具轨迹以外的数据，如安全平面，对话框中指定的起刀点，刀轴矢量以及其他矢量数据等，当正在加工的工件从工艺各截面移动到另一个截面时，将通过搜索已经存储的参数，使用参考坐标系重新定位这些数据。系统默认的参考坐标系定位在绝对坐标系上。

- 间隙区域的安全设置选项下拉列表提供了如下选项：
  - ☑ 使用继承的：选择此选项，安全设置将继承上一级的设置，可以单击此区域中的“显示”按钮，显示出继承的安全平面。
  - ☑ 无：选择此选项，表示不进行安全平面的设置。
  - ☑ 自动：选择此选项，可以在安全距离文本框中设置安全平面的距离。
  - ☑ 平面：选择此选项，可以单击此区域中的“选择安全平面”按钮，在系统弹出的“平面构造器”对话框中设置安全平面。
- 下限平面区域：此区域中的设置可以采用系统的默认值，不影响加工操作。

说明：在设置机床坐标系时，该对话框中的设置可以采用系统的默认值。

Step4. 在“MCS”对话框机床坐标系区域中单击“CSYS 会话”按钮，系统弹出图 2.4.3 所示的“CSYS”对话框，在类型下拉列表中选择动态。

说明：系统弹出“CSYS”对话框的同时，在图形区会出现图 2.4.4 所示的待创建坐标系，可以通过移动方块来确定原点位置，拖动圆点可以分别绕相应轴进行旋转以确定坐标系。

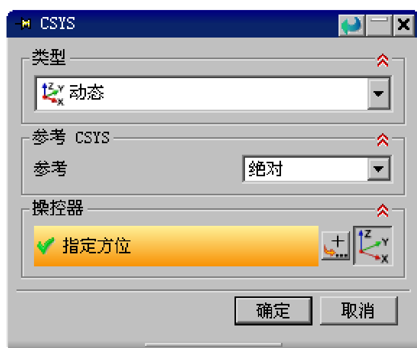


图 2.4.3 “CSYS”对话框

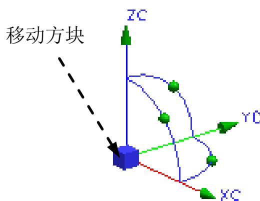


图 2.4.4 创建坐标系

Step5. 单击“CSYS”对话框操控器区域中的“点对话框”按钮，系统弹出图 2.4.5 所示的“点”对话框，在“点”对话框的“ZC”文本框中输入值 10.0，单击确定按钮，此时系统返回至“CSYS”对话框，在该对话框中单击确定按钮，完成图 2.4.6 所示的机

床坐标系的创建。

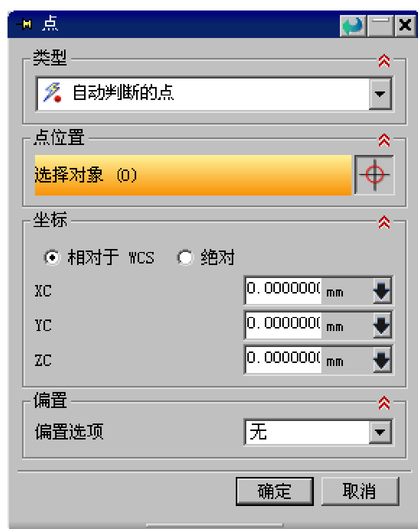


图 2.4.5　“点”对话框

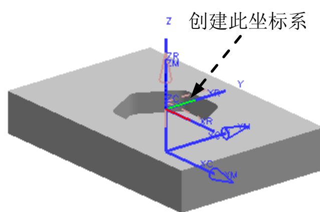


图 2.4.6　机床坐标系

2.4.2　创建安全平面

安全平面的设置，可以避免在创建每一操作时都设置避让参数。安全平面的设定可以选取模型的表面或者直接选择基准面作为参考平面，然后设定安全平面相对于所选平面的距离。下面以前面的模型 pocketing.prt 为例，紧接上节的操作，继续说明创建安全平面的一般步骤。

Step1. 在“MCS”对话框 间隙 区域 安全设置选项 的下拉列表中选择 平面 选项。

Step2. 单击“指定安全平面”按钮，系统弹出图 2.4.7 所示的“平面构造器”对话框，选取图 2.4.8 所示的模型表面为参考平面，在“平面构造器”对话框 偏置 文本框中输入值 3.0。

Step3. 单击“平面构造器”对话框中的 确定 按钮，完成图 2.4.9 所示的安全平面的创建。

Step4. 单击“MCS”对话框中的 确定 按钮，完成机床坐标系的创建。

图 2.4.7 所示的“平面构造器”对话框中各选项按钮说明如下：

- 过滤器：通过过滤器中不同的选项可以快捷地选择不同的对象。
- 矢量方法：只有在过滤器的选项中选择了 矢量 方式，此选项才有效。
- 选定的约束：当通过过滤器选择了设置安全平面的约束，就会在“选定的约束”下列出所选的约束方式，同时可以在 偏置 文本框中指定安全平面的偏置距离。



图 2.4.7 “平面构造器”对话框

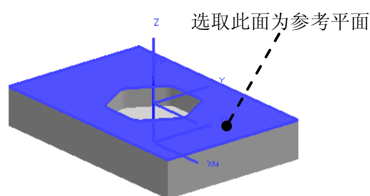


图 2.4.8 选取参考平面

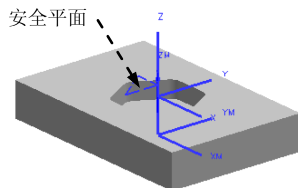


图 2.4.9 安全平面

- 平面子功能：单击此按钮，用户可以通过不同的方式构造不同的基准平面。
- 列出可用的约束：系统将给用户列出可用的约束方式。

2.4.3 创建部件几何体

下面以模型 pocketing.prt 为例，紧接着上节的操作，说明创建部件几何体的一般步骤。

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 几何体(G)... 命令，系统弹出“创建几何体”对话框。

Step2. 在“创建几何体”对话框 几何体子类型 区域中单击“WORKPIECE”按钮，在 位置 区域 几何体 下拉列表中选择 CAVITY_MCS 选项，在 名称 文本框中输入 CAVITY_WORKPIECE，然后单击 确定 按钮，系统弹出图 2.4.10 所示的“工件”对话框。

Step3. 创建部件几何体。

（1）单击“工件”对话框中的按钮，系统弹出图 2.4.11 所示的“部件几何体”对话框。

图 2.4.10 所示的“工件”对话框中的主要按钮说明如下：

- 按钮：单击此按钮，在弹出的“部件几何体”对话框中可以定义加工完成后的零件，即最终的零件，它可以控制刀具的切削深度和活动范围，可以选择特征、几何体（实体、面、曲线）和小面模型来定义部件几何体。
- 按钮：单击此按钮，在弹出的“毛坯几何体”对话框中可以定义将要加工的原材料，可以用特征、几何体（实体、面、曲线）以及偏置部件几何体来定义毛坯几何体。



图 2.4.10　“工件”对话框



图 2.4.11　“部件几何体”对话框

- 按钮：单击此按钮，在弹出的“检查几何体”对话框中可以定义刀具在切削过程中要避让的几何体，如夹具和其他已加工过的重要表面。在型腔铣中，零件几何体和毛坯几何体共同决定加工刀轨的范围。
- 按钮：当部件几何体、毛坯几何体或检查几何体被定义后，其后的按钮将高亮度显示，此时单击此按钮，已定义的几何体对象将以不同的颜色高亮度显示。
- 部件偏置文本框：用于设置在零件实体模型上增加或减去指定的厚度值。正的偏置值在零件上增加指定的厚度，负的偏置值在零件上减去指定的厚度。
- 按钮：单击该按钮，系统弹出“搜索结果”对话框，在此对话框中列出了材料数据库中的所有材料类型，材料数据库由配置文件指定。选择合适的材料后，单击“确定”按钮，则为当前创建的铣削几何体指定材料属性。
- 布局/图层选项区域提供了如下选项。
  - ☑ 保存图层设置：选中该复选框，则在选择“保存布局/图层”选项时，保存图层的设置。
  - ☑ 布局名：该文本框用于输入视图布局的名称，如果不更改，则使用默认名称。
  - ☑ ：该按钮用于保存当前的视图布局和图层。

（2）在“部件几何体”对话框中选择 几何体单选项，单击 全选 按钮，则选取了整个零件为部件几何体，如图 2.4.12 所示。

（3）在“部件几何体”对话框中单击 确定 按钮，系统返回“工件”对话框。

Step4. 创建毛坯几何体。

（1）在“工件”对话框中单击按钮，系统弹出图 2.4.13 所示的“毛坯几何体”对话框。

（2）在“毛坯几何体”对话框中选择 自动块 单选项，毛坯几何体如图 2.4.14 所示。

（3）单击“毛坯几何体”对话框中的 确定 按钮，系统返回到“工件”对话框。

Step5. 单击“工件”对话框中的 确定 按钮。

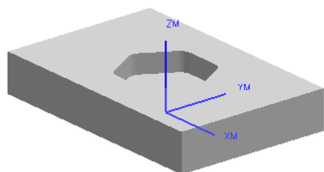


图 2.4.12　部件几何体



图 2.4.13　“毛坯几何体”对话框

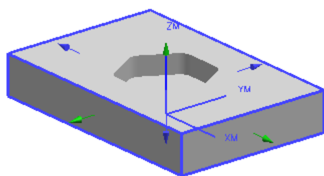


图 2.4.14　毛坯几何体

2.4.4　创建切削区域几何体

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 几何体(G)... 命令，系统弹出“创建几何体”对话框。

Step2. 在“创建几何体”对话框 几何体子类型 区域中单击“MILL_AREA”按钮，在 位置 区域 几何体 下拉列表中选择 CAVITY_WORKPIECE 选项，在 名称 文本框中输入 CAVITY_AREA，然后单击 确定 按钮，系统弹出图 2.4.15 所示的“铣削区域”对话框。

Step3. 在“铣削区域”对话框中单击 指定切削区域 右侧的按钮，系统弹出图 2.4.16 所示的“切削区域”对话框。

图 2.4.15 所示的“铣削区域”对话框中各按钮说明如下：

- （选择或编辑检查几何体）：检查几何体是否在切削加工过程中要避让的几何体，如夹具或重要加工平面。
- （选择或编辑切削区域几何体）：使用该选项可以指定具体要加工的区域，可以是零件几何的部分区域；如果不指定，系统将认为是整个零件的所有区域。
- （选择或编辑壁几何体）：通过设置侧壁几何体来替换工件余量，表示除了加工

面以外的全局工件余量。

- （选择或编辑修剪边界）：使用该选项可以进一步控制需要加工的区域，一般是通过设定剪切侧来实现的。



图 2.4.15　“铣削区域”对话框



图 2.4.16　“切削区域”对话框

Step4. 选取图 2.4.17 所示的模型表面为切削区域，然后单击“切削区域”对话框中的 确定 按钮，系统返回到“铣削区域”对话框。

Step5. 单击“铣削区域”对话框中的 确定 按钮，完成切削区域几何体的创建。

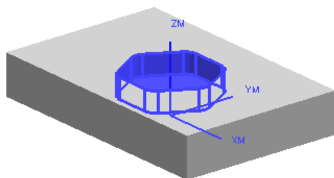


图 2.4.17　指定切削区域

2.5　创 建 刀 具

在创建加工操作前，必须设置合理的刀具参数或从刀具库中选取合适的刀具。刀具的定义直接关系到加工表面质量的优劣、加工精度以及加工成本的高低。下面以模型 pocketing.prt 为例，紧接着上节的操作，继续说明创建刀具的一般步骤。

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令（单击“插入”工具栏中的 按钮），系统弹出图 2.5.1 所示的“创建刀具”对话框。

Step2. 在“创建刀具”对话框 刀具子类型 区域中单击“MILL”按钮 ，在 名称 文本框中

输入刀具名称 D6R0，然后单击 确定 按钮，系统弹出图 2.5.2 所示的“铣刀-5 参数”对话框。

Step3. 设置刀具参数。在“铣刀-5 参数”对话框中设置刀具参数如图 2.5.2 所示，单击该对话框“预览”区域中的按钮，可以观察所设置的刀具。

Step4. 单击 确定 按钮，完成刀具参数的设定。

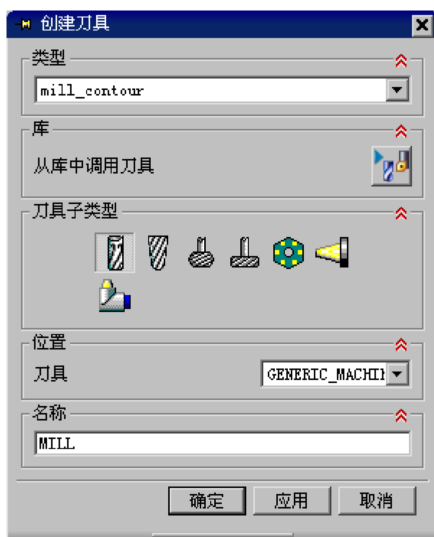


图 2.5.1 “创建刀具”对话框

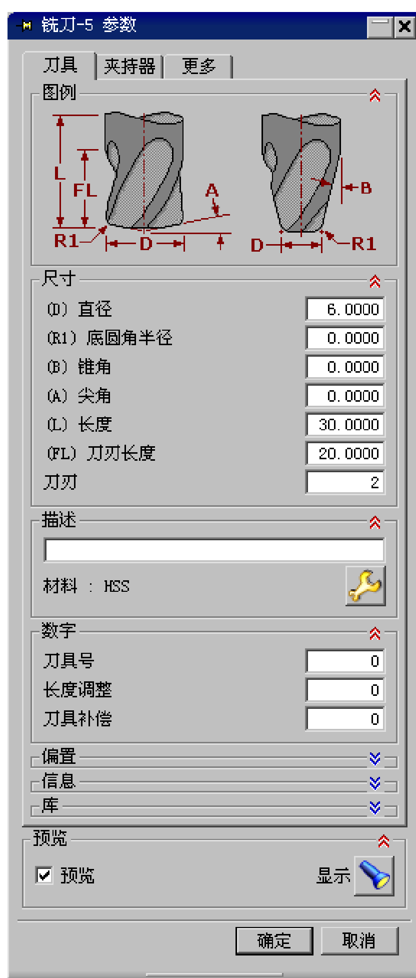


图 2.5.2 “铣刀-5 参数”对话框

2.6 创建加工方法

在零件加工过程中，通常需要经过粗加工、半精加工、精加工几个步骤，而它们的主要差异在于加工后残留在工件上的余料的多少以及表面粗糙度。在加工方法中可以通过对加工余量、几何体的内外公差和进给速度等选项的设置，从而控制加工残留余量。下面紧接着上节的操作，说明创建加工方法的一般步骤。

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 方法(M)... 命令（单击“插入”工具栏中的按钮），系统弹出图 2.6.1 所示的“创建方法”对话框。

Step2. 在“创建方法”对话框 方法子类型 区域中单击“MOLD_ROUGH_HSM”按钮，在 位置 区域 方法 下拉列表中选择 MILL_SEMI_FINISH 选项，名称 文本框中输入 FINISH；然后单击 确定 按钮，系统弹出图 2.6.2 所示的“模具粗加工 HSM”对话框。

Step3. 设置部件余量。在“模具粗加工 HSM”对话框中 余量 区域的 部件余量 文本框中输入值 0.4，其他参数采用系统默认值。

Step4. 单击“模具粗加工 HSM”对话框中的 确定 按钮，完成加工方法的设置。

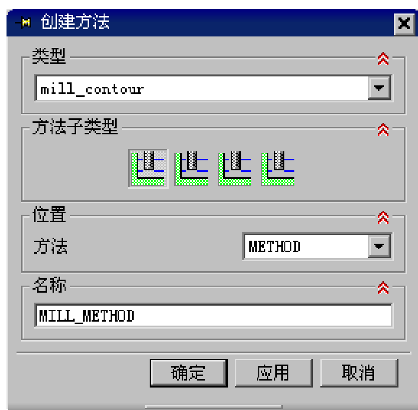


图 2.6.1 “创建方法”对话框

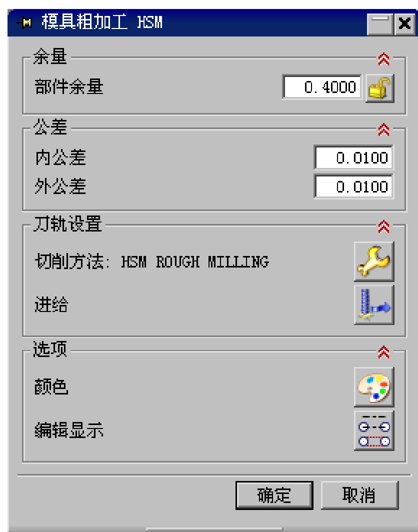


图 2.6.2 “模具粗加工 HSM”对话框

图 2.6.2 所示的“模具粗加工 HSM”对话框中各按钮说明如下：

- （进给）：单击该按钮后，可以在弹出的“进给”对话框中设置切削进给量。
- （颜色）：单击该按钮，可以在弹出的“刀轨显示颜色”对话框中对刀轨的颜色显示进行设置。
- （编辑显示）：单击该按钮，系统弹出“显示选项”对话框，可以设置刀具显示方式、刀轨显示方式等。
- （切削方法）：单击该按钮，在系统弹出的“搜索结果”对话框中系统为用户提供了七种切削方法，分别是 FACE MILLING（面铣）、END MILLING（端铣）、SLOTING（台阶加工）、SIDE/SLOT MILL（边和台阶铣）、HSM ROUTH MILLING（高速粗铣）、HSM SEMI FINISH MILLING（高速半精铣）、HSM FINISH MILLING（高速精铣）。
- 部件余量：为当前所创建的加工方法指定零件余量。
- 内公差：用于设置切削过程中（不同的切削方式含义略有不同）刀具穿透曲面的最

大量。

● 外公差：用于设置切削过程中（不同的切削方式含义略有不同）刀具避免接触曲面的最大量。

2.7 创 建 操 作

在 UG NX 7.0 加工中，不同的加工机床和加工方法所对应的 NC 序列设置项目将有所不同，每种加工程序设置项目所产生的加工刀具路径、参数形态及适用状态也有所不同。所以，用户需要根据零件图纸及工艺技术状况，选择合理的加工方法。下面以模型 pocketing.prt 为例，紧接着上节的操作，说明创建操作的一般步骤。

Step1. 选择操作类型。

（1）选择下拉菜单 插入(S) ➡ 操作(E)... 命令（单击“插入”工具栏中的按钮），系统弹出图 2.7.1 所示的“创建操作”对话框。

（2）在 类型 下拉菜单中选择 mill_contour 选项，在 操作子类型 区域中单击“CAVITY_MILL”按钮。

（3）在 程序 下拉列表中选择 CAVITY 选项，在 刀具 下拉列表中选择前面设置的刀具 D6R0 (Milling Tool-5 Parameters) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 CAVITY_AREA 选项，在 方法 下拉列表中选择 FINISH 选项，接受系统默认的名称。

（4）单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出图 2.7.2 所示的“型腔铣”对话框。

Step2. 设置一般参数。在“型腔铣”对话框 切削模式 下拉列表中选择 跟随部件 选项，在 步距 下拉列表中选择 % 刀具平直 选项，在 平面直径百分比 文本框中输入值 50.0，在 全局每刀深度 文本框中输入值 1.0。

图 2.7.2 所示的“型腔铣”对话框区域中的选项说明如下：

● 刀轨设置 选项区域的 切削模式 下拉列表中提供了如下七种切削方式。

☑ 跟随部件：根据整个部件几何体并通过偏置来产生刀轨。与“跟随周边”方式不同的是，“跟随周边”只从部件或毛坯的外轮廓生成并偏移刀轨，“跟随部件”方式是根据整个部件中的几何体生成并偏移刀轨，它可以跟据部件的外轮廓生成刀轨，也可以根据岛屿和型腔的外围环生成刀轨，所以无需进行“岛清理”的设置。另外，“跟随部件”方式无需指定步距的方向，一般来讲，型腔的步距方向总是向外的，岛屿的步距方向总是向内的。此方式也十分适合带有岛屿和内腔零件的粗加工，当零件只有外轮廓这一条边界几何时，它和“跟随周边”方式是一样的，一般优先选择“跟随部件”方式进行加工。

☑ 跟随周边：沿切削区域的外轮廓生成刀轨，并通过偏移该刀轨所形成一系列的同心刀轨，并且这些刀轨都是封闭的。当内部偏移的形状重叠时，这些刀轨将被合并成一条轨迹，然后再重新偏移产生下一条轨迹。和往复式切削一样，也能在步距运动间连续的进刀，因此效率也较高。设置参数时需要设定步距的方向是“向内”（外部进刀，步距指向中心）还是“向外”（中间进刀，步距指向外部）。此方式常用于带有岛屿和内腔零件的粗加工，比如模具的型芯和型腔等。

☑ 轮廓：用于创建一条或者几条指定数量的刀轨来完成零件侧壁或外形轮廓的加工，生成刀轨的方式和“跟随部件”方式相似，主要以精加工或半精加工为主。



图 2.7.1　“创建操作”对话框

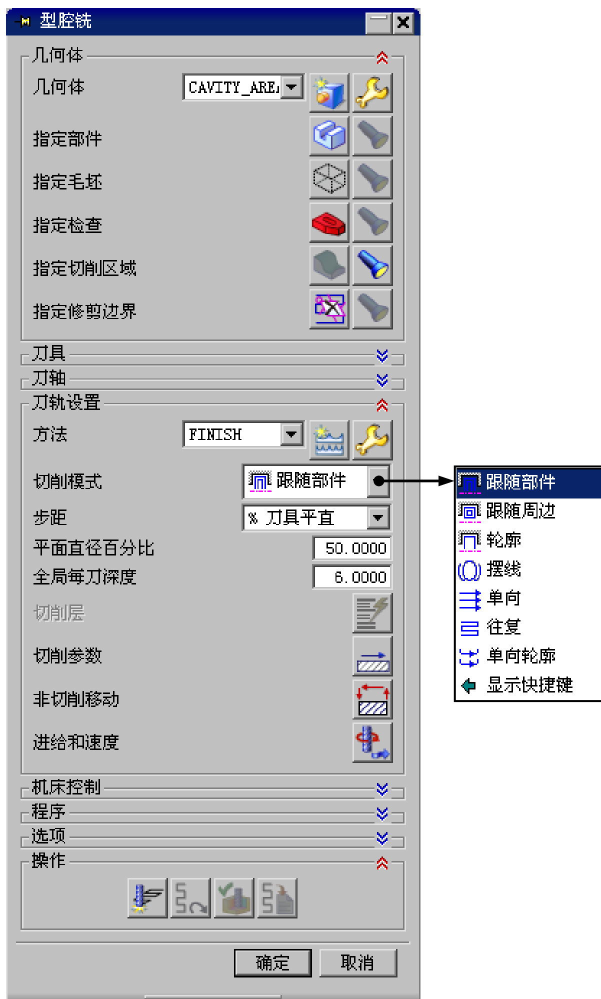


图 2.7.2　“型腔铣”对话框

☑ 摆线：刀具会以圆形回环模式运动，生成的刀轨是一系列相交且外部相连的

圆环，像一个拉开的弹簧。它控制了刀具的切入，限制了步距，以免在切削时刀具完全切入受冲击过大而断裂。选择此项，需要设置步距（刀轨中相邻两圆环的圆心距）和摆线的路径宽度（刀轨中圆环的直径）。此方式比较适合部件中的狭窄区域，岛屿和部件及两岛屿之间区域的加工。

☑ 单向：刀具在切削轨迹的起点进刀，切削到切削轨迹的终点，然后抬刀至转换平面高度，平移到下一行轨迹的起点，刀具开始以同样的方向进行下一行切削。切削轨迹始终维持一个方向的顺铣或者逆铣切削，在连续两行平行刀轨间没有沿轮廓的切削运动，从而会影响切削效率，此方式常用于岛屿的精加工和无法运用往复式加工的场合，例如一些陡壁的筋板。

☑ 往复：指刀具在同一切削层内不抬刀，在步距宽度的范围内沿着切削区域的轮廓维持连续往复的切削运动。往复式切削方式生成的是多条平行直线刀轨，连续两行平行刀轨的切削方向相反，但步进方向相同，所以在加工中会交替出现顺铣切削和逆铣切削。在加工策略中指定顺铣或逆铣不会影响此切削方式，但会影响其中的“壁清根”的切削方向（顺铣和逆铣是影响加工精度的，逆铣的加工质量比较高）。这种方法在加工时刀具在步进的时候始终保持进刀状态，能最大化的对材料进行切除，是最经济和高效的切削方式，通常用于型腔的粗加工。

☑ 单向轮廓：与单向切削方式类似，但是在进刀时将进刀在前一行刀轨的起始点位置，然后沿轮廓切削到当前行的起点进行当前行的切削，切削到端点时，仍然沿轮廓切削到前一行的端点，然后抬刀转移平面，再返回到起始边当前行的起点进行下一行的切削。其中抬刀回程是快速横越运动，在连续两行平行刀轨间会产生沿轮廓的切削壁面刀轨（步距），因此壁面加工的质量较高。此方法切削比较平稳，对刀具冲击很小，常用于粗加工后对要求余量均匀的零件进行精加工，比如一些对侧壁要求较高的零件和薄壁零件等。

● 步距：两个切削路径之间的水平间隔距离，而在环形切削方式中是指的两个环之间的距离。其方式分别是恒定、残余高度、% 刀具平直和多个四种。

☑ 恒定：选择该选项后，用户需要定义切削刀路间的固定距离。如果指定的刀路间距不能平均分割所在区域，系统将减小这一刀路间距以保持恒定步距。

☑ 残余高度：选择该选项后，用户需要定义两个刀路间剩余材料的高度，从而在连续切削刀路间确定固定距离。

☑ % 刀具平直：选择该选项后，用户需要定义刀具直径的百分比，从而在连续切削刀路之间建立起固定距离。

☑ 多个：选择该选项后，可以设定几个不同步距大小的刀路数以提高加工效率。

● 平面直径百分比：步距方式选择% 刀具平直时，该文本框可用，用于定义切削刀路之间

的距离为刀具直径的百分比。

- 全局每刀深度：用于定义每一层的切削深度。
- 选项选项区域中的选项说明如下。
  - ☑ 编辑显示选项：单击此选项后的“编辑显示”按钮，系统弹出图 2.7.3 所示的“显示选项”对话框，在此对话框中可以进行刀具显示、刀轨显示以及其他选项的设置。
  - ☑ 在系统默认情况下，在“显示选项”对话框刀轨生成区域中，使☐ 显示切削区域、☐ 显示后暂停、☐ 显示前刷新和☐ 抑制刀轨显示这四个复选框为取消选中状态。

说明：在系统默认情况下，刀轨生成选项区域中的这四个复选框均为取消选中状态，选中这四个复选框，在“型腔铣”对话框操作区域中单击“生成”按钮后，系统会弹出图 2.7.4 所示的“刀轨生成”对话框。

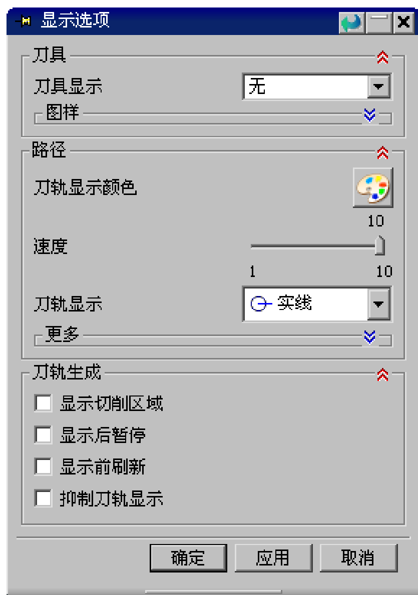


图 2.7.3 “显示选项”对话框

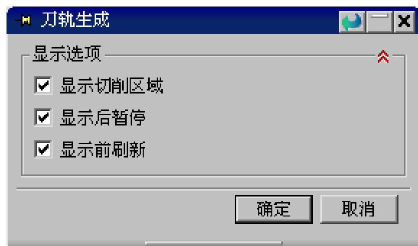


图 2.7.4 “刀轨生成”对话框

图 2.7.4 所示的“刀轨生成”对话框中各选项说明如下：

- ☑ 显示切削区域：若选中该复选框，在切削仿真时，则会显示切削加工的切削区域，但从实践效果来看，选中或不选中，仿真的时候区别不是很大。为了测试选中和不选中之间的区别，可以选中☑ 显示前刷新复选框，这样可以很明显的看出选中和不选中之间的区别。
- ☑ 显示后暂停：若选中该复选框，处理器将在显示每个切削层的可加工区域和刀轨之后暂停。此选项只对平面铣、型腔铣和固定可变轮廓铣三种加工方法有效。

- ☑ 显示前刷新：若选中该复选框，系统将移除所有临时屏幕显示。此选项只对平面铣、型腔铣和固定可变轮廓铣三种加工方法有效。

Step3. 设置切削参数。

（1）单击“型腔铣”对话框中的“切削参数”按钮，系统弹出图 2.7.5 所示的“切削参数”对话框。

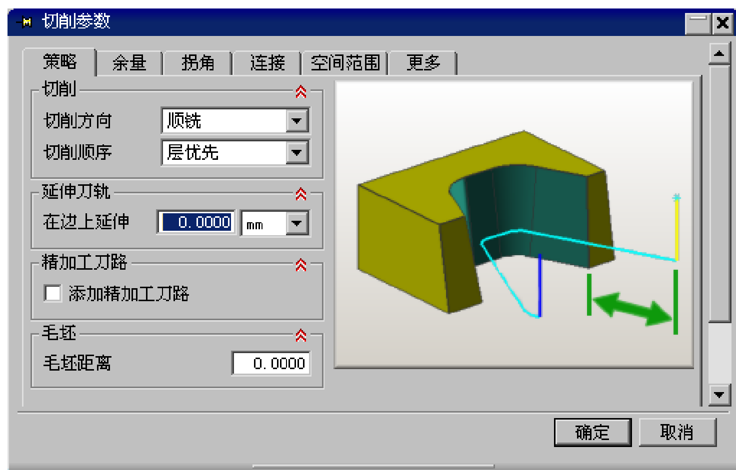


图 2.7.5 “切削参数”对话框

（2）单击“切削参数”对话框中的 余量 选项卡，在 部件侧面余量 文本框中输入值 0.1，在 公差 区域的 内公差 文本框中输入值 0.02，在 外公差 文本框中输入值 0.02。

（3）其他选项卡中参数的设置采用系统默认值，单击“切削参数”对话框中的 确定 按钮，完成切削参数的设置，系统返回到“型腔铣”对话框。

Step4. 设置非切削移动参数。

（1）单击“型腔铣”对话框中的“非切削移动”按钮，系统弹出图 2.7.6 所示的“非切削移动”对话框。

（2）单击“非切削移动”对话框中的 进刀 选项卡，在 封闭区域 区域 进刀类型 下拉列表中选择 螺旋线 选项，其他参数采用系统默认的设置，单击 确定 按钮，完成进刀/退刀的设置。

Step5. 设置进给和速度。

（1）单击“型腔铣”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出图 2.7.7 所示的“进给和速度”对话框。

（2）在“进给和速度”对话框中选中 ☑ 主轴速度 (rpm) 复选框，然后在其文本框中输入值 1500.0，在 进给率 区域的 剪切 文本框中输入值 250.0，其他参数采用系统默认设置。

（3）单击“进给和速度”对话框中的 确定 按钮，完成进给和速度参数的设置，系统返回到“型腔铣”对话框。

说明： 虽然“表面速度”和“每齿进给”没有设置，但是系统会根据主轴速度和切削速度自动进行计算。

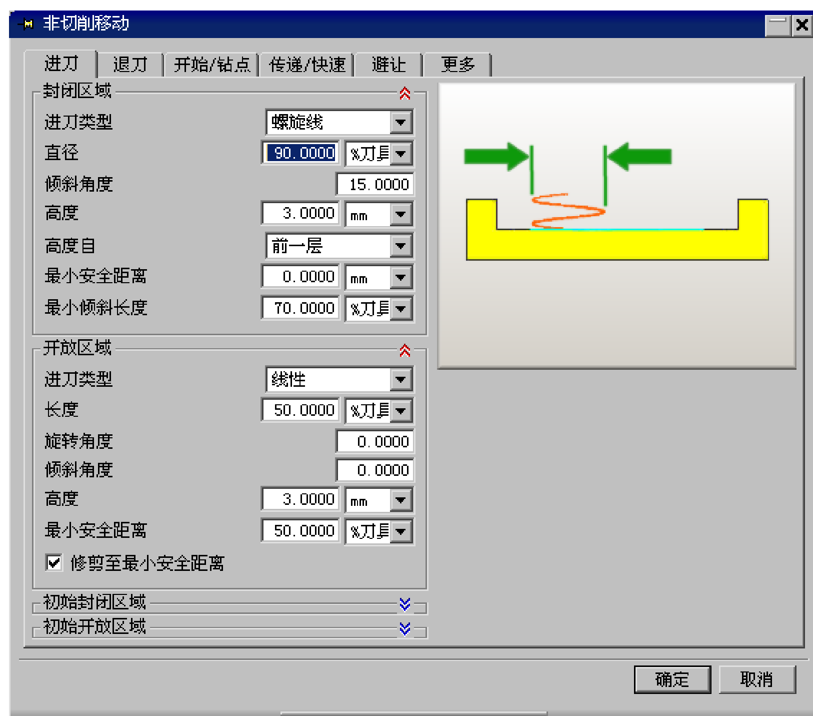


图 2.7.6　“非切削移动”对话框



图 2.7.7　“进给和速度”对话框

2.8　生成刀路轨迹并仿真

刀路轨迹是指在图形窗口中显示已生成的刀具运动路径。加工仿真是指在计算机屏幕上对工件材料进行去除的动态模拟。下面还是紧接上节的操作，继续说明生成刀路轨迹并

仿真的一般步骤。

Step1. 在“型腔铣”对话框中 操作 区域中单击“生成”按钮，在图形区中生成图 2.8.1 所示的刀路轨迹。

Step2. 在“型腔铣”对话框中 操作 区域中单击“确认”按钮，系统弹出图 2.8.2 所示的“刀轨可视化”对话框。

Step3. 单击“刀轨可视化”对话框中的 2D 动态 选项卡，然后单击“播放”按钮，即可进行 2D 动态仿真，完成仿真后的模型如图 2.8.3 所示。

Step4. 单击“刀轨可视化”对话框中 确定 按钮，系统返回到“型腔铣”对话框，单击 确定 按钮完成型腔铣操作。

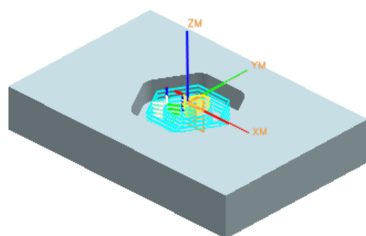


图 2.8.1　刀路轨迹

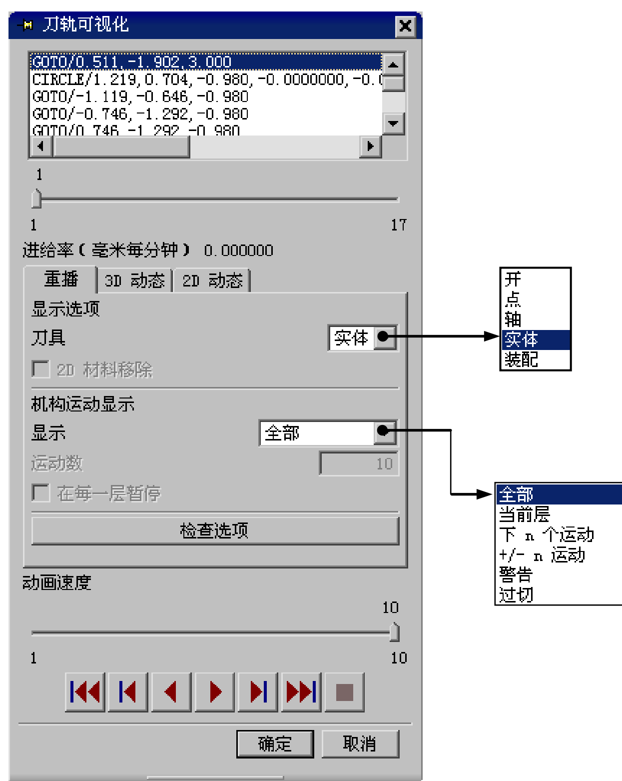


图 2.8.2　“刀轨可视化”对话框

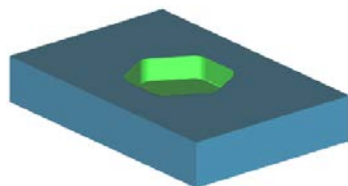


图 2.8.3　2D 仿真结果

刀具路径模拟有 3 种方式：刀具路径重播、动态切削过程和静态显示加工后的零件形状，它们分别对应于图 2.8.2 对话框中的 重播 、 3D 动态 和 2D 动态 选项卡。

1．刀具路径重播

刀具路径重播是沿一条或几条刀具路径显示刀具的运动过程。通过刀具路径模拟中的重播，用户可以完全控制刀具路径的显示，即可查看程序所对应的加工位置，可查看各个

刀位点的相应程序。

当在图 2.8.2 所示的“刀轨可视化”对话框中选择 重播 选项卡时，对话框上部的路径列表框列出了当前操作所包含的刀具路径命令语句。如果在列表框中选择某一行命令语句时，则在图形区中显示对应的刀具位置；反之在图形区中用鼠标选取任何一个刀位点，则刀具自动在所选位置显示，同时在刀具路径列表框中高亮显示相应的命令语句行。

图 2.8.2 所示的“刀轨可视化”对话框中各选项说明如下：

- 显示选项：该选项可以指定刀具在图形窗口中的显示形式。
  - ☑ 开：刀具以线框形式显示。
  - ☑ 点：刀具以点形式显示。
  - ☑ 轴：刀具以轴线形式显示。
  - ☑ 实体：刀具以三维实体形式显示。
  - ☑ 装配：在一般情况下与实体类似，不同之处在于，当前位置的刀具显示是一个从数据库中加载的 NX 部件。
- 机构运动显示：该选项可以指定在图形窗口显示所有刀具路径运动的哪一部分。
  - ☑ 全部：在图形窗口中显示所有刀具路径运动。
  - ☑ 当前层：在图形窗口中显示属于当前切削层的刀具路径运动。
  - ☑ 下 n 个运动：在图形窗口中显示从当前位置起的 *n* 个刀具路径运动。
  - ☑ +/- n 运动：仅当前刀位前后指定数目的刀具路径运动。
  - ☑ 警告：显示引起警告的刀具路径运动。
  - ☑ 过切：在图形窗口中只显示过切的刀具路径运动。如果已找到过切，选择该选项，则只显示产生过切的刀具路径运动。
- 运动数：显示刀具路径运动的个数，该文本框只有在显示选项选择为 下 n 个运动 时才激活。
- 检查选项：该选项用于设置过切检查的相关选项，单击该按钮后，系统会弹出“过切检查”对话框。
  - ☑ ☑ 过切检查：选中该复选框后，可以进行过切检查。
  - ☑ ☑ 完成时列出过切：若选中该复选框，在检查结束后，刀具路径列表框中将列出所有找到的过切。
  - ☑ ☑ 显示过切：选中该复选框后，图形窗口中将高亮显示发生过切的刀具路径。
  - ☑ ☑ 过切间刷新：若选中该复选框，则检查刀具路径存在过切时，只高亮显示最近找到的刀具路径。该选项只有在选中 ☑ 显示过切 复选框时才被激活。
  - ☑ ☑ 检查刀具夹持器碰撞：若选中该复选框，则可以检查刀具夹持器间的碰撞。
- 动画速度：该区域用于改变刀具路径仿真的速度。可以通过移动其滑块的位置调整仿真的速度，“1”表示仿真速度最慢；“10”表示仿真速度最快。

2. 3D 动态切削

在“刀轨可视化”对话框中单击 3D 动态 选项卡，对话框切换为图 2.8.4 所示的形式。

选择对话框下部的播放图标，则在图形窗口中动态显示刀具切除工件材料的过程。此模式以三维实体方式仿真刀具的切削过程，非常直观，并且播放时允许用户在图形窗口中通过放大、缩小、旋转、移动等功能显示细节部分。

3．2D 动态切削

在“刀轨可视化”对话框中单击2D 动态选项卡，对话框切换为图 2.8.5 所示形式。选择对话框下部的播放图标，则在图形窗口中显示刀具切除运动过程，此模式是采用固定视角模拟，播放时不支持图形的缩放和旋转。

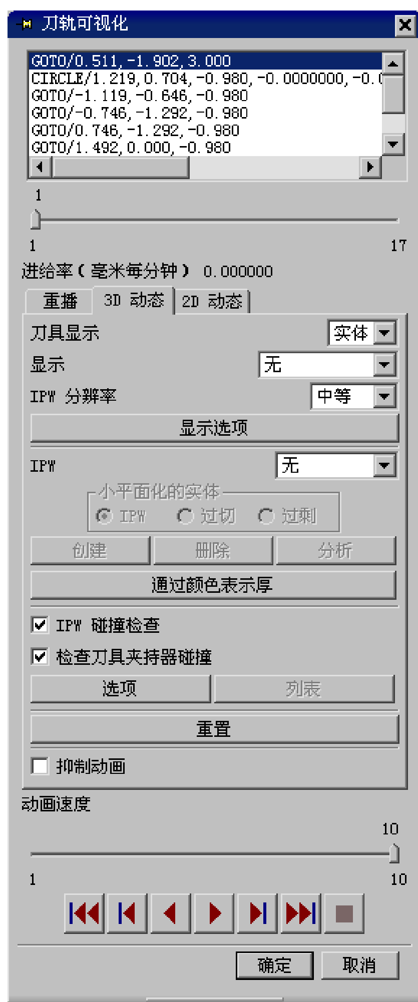


图 2.8.4 “3D 动态”选项卡

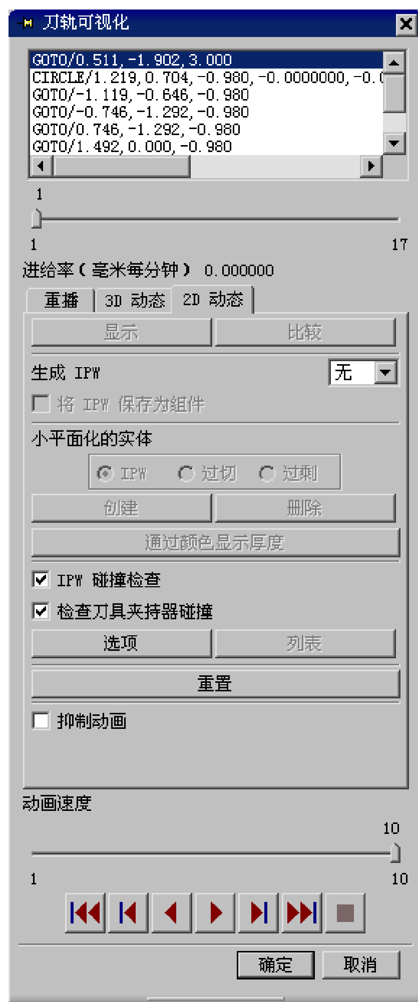


图 2.8.5 “2D 动态”选项卡

2.9 生成车间文档

UG NX 提供了一个车间工艺文档生成器，它从 NC part 文件中提取对加工车间有用的

CAM 的文本和图形信息，包括数控程序中用到的刀具参数清单、操作次序、加工方法清单和切削参数清单。它们可以用文本文件（TEXT）或超文本链接语言（HTML）两种格式输出。操作工、刀具仓库工人或其他需要了解有关信息的人员都可方便地在网上查询使用车间工艺文档。这些文件多半用于提供给生产现场的机床操作人员，免除了手工撰写工艺文件的麻烦。同时可以将自己定义的刀具快速加入到刀具库中，供以后使用。

NX CAM 车间工艺文档可以包含零件几何和材料、控制几何、加工参数、控制参数、加工次序、机床刀具设置、机床刀具控制事件、后处理命令、刀具参数和刀具轨迹信息。创建车间文档的一般步骤如下。

Step1. 单击“操作”工具栏中的“车间文档”按钮，系统弹出图 2.9.1 所示的“车间文档”对话框。

Step2. 在“车间文档”对话框报告格式区域选择默认的Operation List (TEXT)选项。

说明：工艺文件模板用来控制文件的格式，扩展名为 HTML 的模板生成超文本链接网页格式的车间文档，扩展名为 TEXT 的模板生成纯文本格式的车间文档。

Step3. 单击“车间文档”对话框中的确定按钮，系统弹出图 2.9.2 所示的“信息”对话框，并在当前模型所在的工作路径中生成一个记事本文件，该文件即车间文档。

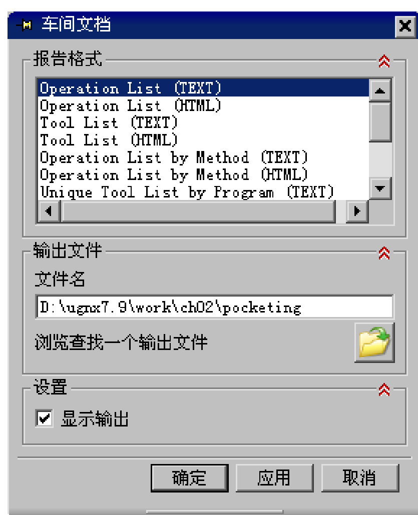


图 2.9.1　“车间文档”对话框

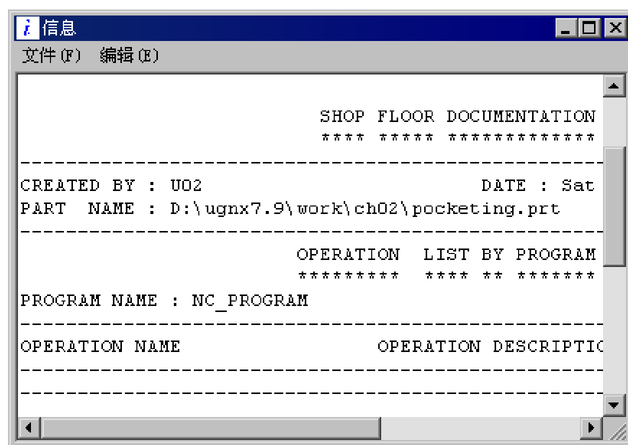


图 2.9.2　车间文档

2.10　输出 CLSF 文件

CLSF 文件也称为刀具位置源文件，是一个可用第三方后置处理程序进行后置处理的独立文件。它是一个包含标准 APT 命令的文本文件，其扩展名为 cls。

由于一个零件可能包含多个用于不同机床的刀具路径，因此在选择程序组进行刀具位

置源文件输出时，应确保程序组中包含的各个操作可在同一机床上完成。如果一个程序组包含多个用于不同机床的刀具路径，则在输出刀具路径的 CLSF 文件前，应首先重新组织程序结构，使同一机床的刀具路径处于同一个程序组中。

输出 CLSF 文件的一般步骤如下。

Step1. 在操作导航器中选择 CAVITY_MILL 节点，然后单击“操作”工具栏中的“输出 CLSF”按钮，系统弹出图 2.10.1 所示的“CLSF 输出”对话框。

Step2. 在“CLSF 输出”对话框 CLSF 格式 区域选择系统默认的 CLSF_STANDARD 选项。

Step3. 单击“CLSF 输出”对话框中的 确定 按钮，系统弹出“信息”对话框，并在当前模型所在的工作路径中生成一个名为“pocketing.cls”的 CLSF 文件，可以用记事本打开该文件，如图 2.10.2 所示。

说明：输出 CLSF 时，可以根据需要指定 CLSF 文件的名称和路径，或者单击按钮，指定输出文件的名称路径。

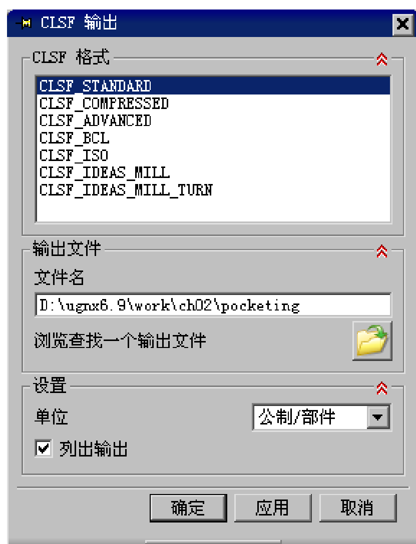


图 2.10.1 “CLSF 输出”对话框

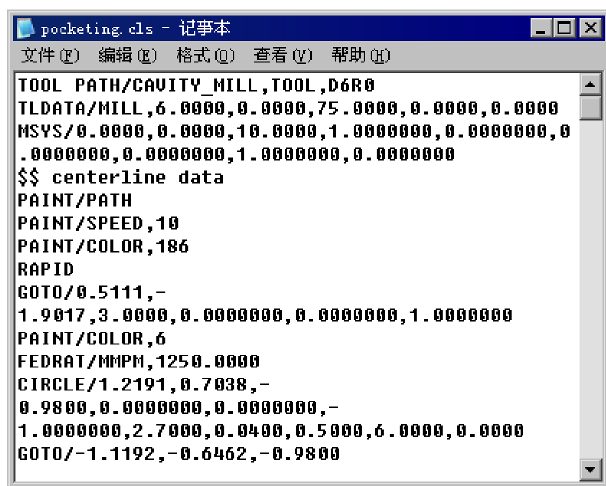


图 2.10.2 CLSF 文件

2.11 后 处 理

在操作导航器中选中一个操作或者一个程序组后，用户可以利用系统提供的后处理器来处理程序，其中利用 Post Builder（后处理构造器）建立特定机床定义文件以及事件处理文件后，可用 NX/Post 进行后置处理，将刀具路径生成合适的机床 NC 代码。用 NX/Post 进行后置处理时，可在 NX 加工环境进行，也可在操作系统环境下进行。后处理的一般操

作步骤如下：

Step1. 单击“操作”工具栏中的“后处理”按钮，系统弹出图 2.11.1 所示的“后处理”对话框。

Step2. 在“后处理”对话框后处理器区域中选择MILL_3_AXIS选项，在单位下拉列表中选择公制/部件选项。

Step3. 单击“后处理”对话框中的确定按钮，系统弹出“后处理”警告对话框，单击确定按钮，系统弹出“信息”窗口，并在当前的工作路径中生成一个名为“pocketing.ptp”的文件，用记事本打开该文件，如图 2.11.2 所示。

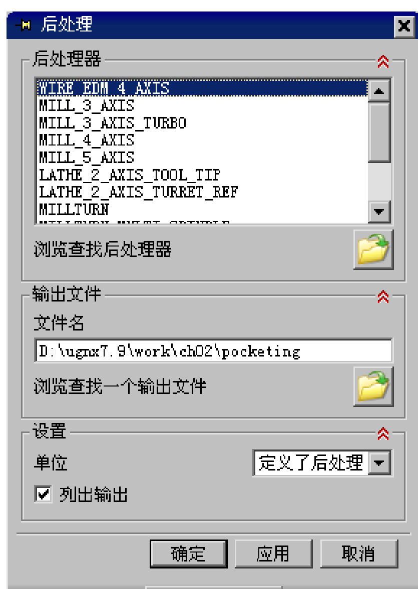


图 2.11.1　“后处理”对话框

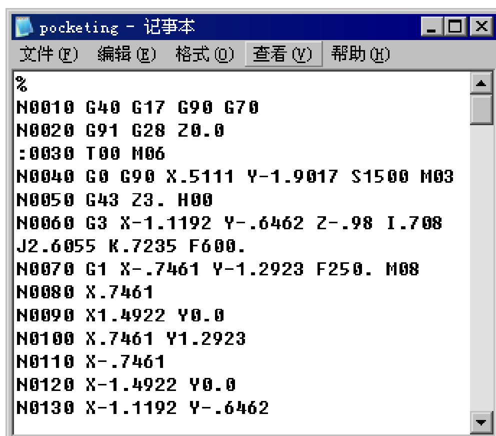


图 2.11.2　NC 代码

Step4. 保存文件。选择下拉菜单文件(F) ➡ 保存(S)命令，即可保存文件。

2.12　操作导航器的应用

操作导航器是一种图形化的用户界面，它用于管理当前部件的操作和操作参数。在 NX 操作导航器的空白区域右击，系统会弹出图 2.12.1 所示的快捷菜单，用户可以在此菜单中选择显示视图的类型，分别为程序顺序视图、机床视图、几何视图和加工方法视图；用户可以在不同的视图类型下方便快捷地设置操作参数，从而提高工作效率。为了使读者充分理解操作导航器的应用，本书将在后面的讲解中多次提到使用操作导航器进行操作。

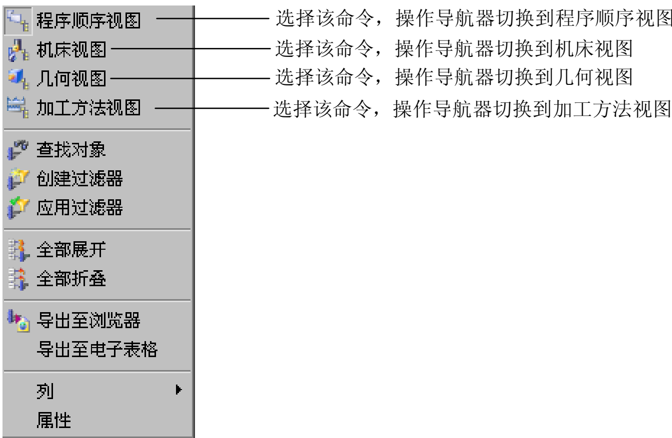


图 2.12.1 快捷菜单

2.12.1 程序顺序视图

程序顺序视图按刀具路径的执行顺序列出当前零件的所有操作，显示每个操作所属的程序组和每个操作在机床上的执行顺序。图 2.12.2 所示为程序顺序视图。在操作导航器中任意选择某一对象并右击，系统将弹出图 2.12.3 所示的快捷菜单，可以通过编辑、剪切、复制、删除和重命名等操作来管理复杂的编程刀路选项，还可以通过插入来创建刀具、操作、几何体、程序组和方法。

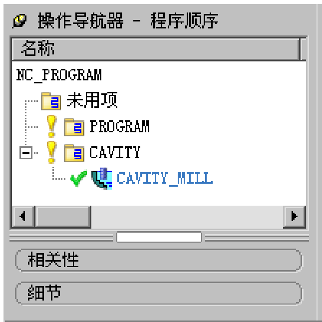


图 2.12.2 程序顺序视图

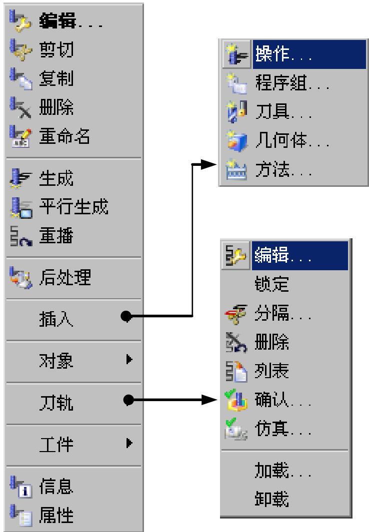


图 2.12.3 快捷菜单

2.12.2 几何视图

几何视图是以几何体为主线来显示加工操作的，该视图列出了当前零件中存在的几何

体和坐标系，以及使用这些几何体和坐标系的操作名称。图 2.12.4 所示为几何视图，图中包含坐标系、几何体。

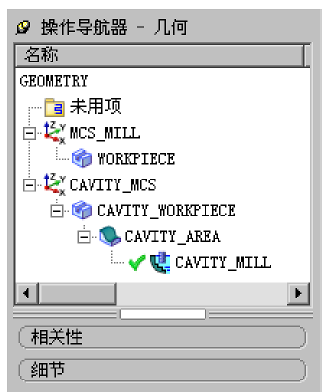


图 2.12.4　几何视图

2.12.3　机床视图

该视图用切削刀具来组织各个操作，列出了当前零件中存在的各种刀具以及使用这些刀具的操作名称。在图 2.12.5 所示的机床视图中的GENERIC_MACHINE选项处右击，在弹出的快捷菜单中选择编辑...命令，系统弹出“通用机床”对话框。在此对话框可以进行替换机床、调用刀具、调用设备和编辑刀具安装操作。

2.12.4　加工方法视图

加工方法视图列出当前零件中的加工方法，以及使用这些加工方法的操作名称。可以使用加工方法视图来分析情况，并决定是否按最有效的方式进行组织。在图 2.12.6 所示的加工方法视图中，显示了根据加工方法分组在一起的操作。通过这种组织方式，可以很轻松地选择操作中的方法。确保检查在任何视图中所做的更改及如何影响程序顺序视图。



图 2.12.5　机床视图

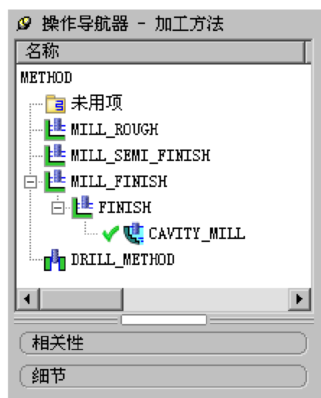


图 2.12.6　加工方法视图

第 3 章　平面铣加工

本章提要　本章通过介绍平面铣加工的基本概念，阐述了平面铣加工的基本原理和主要用途，详细讲解了平面铣加工的一些主要方法，包括表面铣、平面铣、平面轮廓铣以及精铣底面等，并且通过一些典型的范例，介绍了上述方法的主要操作过程。在学习完本章后，读者将会熟练掌握上述加工方法，深刻领会到各种加工方法的特点。

3.1　概　　述

“平面铣”加工即移除零件平面层中的材料。多用于加工零件的基准面、内腔的底面、内腔的垂直侧壁及敞开的外形轮廓等，对于加工直壁，并且岛屿顶面和槽腔底面为平面的零件尤为适用。

平面铣是一种 2.5 轴的加工方式，在加工过程中水平方向的 XY 两轴联动，而 Z 轴方向只在完成一层加工后进入下一层时才单独运动。当设置不同的切削方法时，平面铣也可以加工槽和轮廓外形。

平面铣的优点在于它可以不作出完整的造型，而依据 2D 图形直接进行刀具路径的生成，它可以通过边界和不同的材料侧方向，创建任意区域的任一切削深度。

另外，平面铣方式的平行切削方式用于一般平面加工，平面铣中沿着工件的切削方式用于外形的粗加工，平面铣中沿着周边的切削方式用于凹槽的粗加工，等高轮廓铣方式可以用于凸台以及凹槽的精加工。

3.2　平面铣类型

在创建平面铣操作时，系统会弹出图 3.2.1 所示的“创建操作”对话框，在此对话框中显示出了所有平面铣操作的子类型，下面将对其中的子类型作简要介绍。

图 3.2.1 所示的“创建操作”对话框中的按钮说明如下：

- A1（FACE_MILLING_AREA）：表面区域铣。
- A2（FACE_MILLING）：平面铣。
- A3（FACE_MILLING_MANUAL）：手动面铣削。
- A4（PLANAR_MILLING）：平面铣。

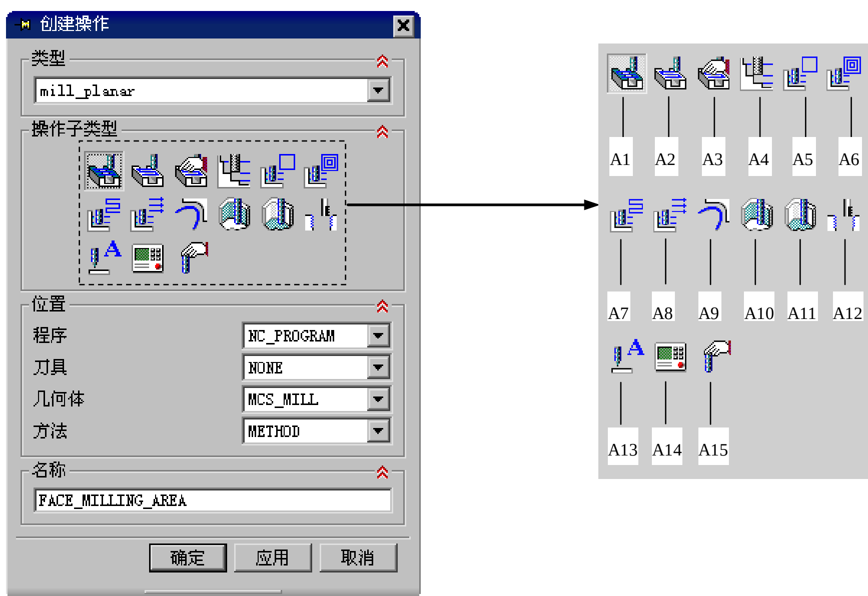


图 3.2.1　“创建操作”对话框

- A5（PLANAR_PROFILE）：平面轮廓。
- A6（ROUGH_FOLLOW）：跟随轮廓粗加工。
- A7（ROUGH_ZIGZAG）：往复粗加工。
- A8（ROUGH_ZIG）：单向粗加工。
- A9（CLEANUP_CORNERS）：清理拐角。
- A10（FINISH_WALLS）：精加工壁。
- A11（FINISH_FLOOR）：精加工底部面。
- A12（THREAD_MILLING）：螺纹铣削。
- A13（PLANAR_TEXT）：平面文本。
- A14（MILL_CONTROL）：铣削控制。
- A15（MILL_USER）：铣削用户。

3.3　表面区域铣

表面区域铣是平面铣操作中比较常用的铣削方式之一，它通过选择加工平面来指定加工区域。一般选用平底立铣刀或端铣刀。表面区域铣削可以进行粗加工，也可以进行精加工，在没有大量的切除材料，又要提高加工效率的情况下，多采用这种加工方式。对于加工余量大而不均匀的表面，采用粗加工，其铣刀直径应较大，以加大切削面积，提高加工效率，对于精加工，其铣刀直径应适当减小，提高切削速度，从而提高加工质量。

下面以图 3.3.1 所示的零件来介绍创建表面区域铣加工的一般步骤。

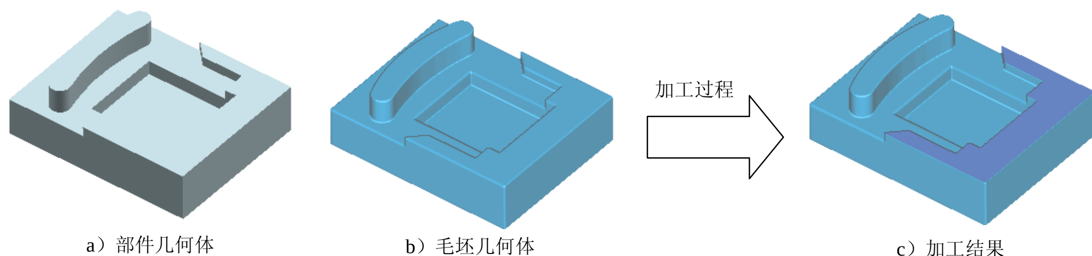


图 3.3.1 平面铣削

Task1．打开模型文件并进入加工模块

Step1．打开文件 D:\ugnx7.9\work\ch03\ch03.03\face_milling_area.prt。

Step2．进入加工环境。选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，在系统弹出的"加工环境"对话框 要创建的 CAM 设置 列表框中选择 mill planar 选项，然后单击 确定 按钮，进入加工环境。

Task2．创建几何体

Stage1．创建机床坐标系和安全平面

Step1．进入几何视图。在操作导航器的空白处右击，在系统弹出的快捷菜单中选择 几何视图 命令，在操作导航器中双击节点 MCS_MILL，系统弹出图 3.3.2 所示的"Mill Orient"对话框。

Step2．创建机床坐标系。

（1）在"Mill Orient"对话框 机床坐标系 区域中单击"CSYS 会话"按钮，系统弹出"CSYS"对话框，确认在 类型 下拉列表中选择 动态 选项。

（2）单击"CSYS"对话框 操控器 区域中的"点对话框"按钮，系统弹出"点"对话框，在"点"对话框 ZC 文本框中输入值 65.0，单击 确定 按钮，此时系统返回至"CSYS"对话框，单击 确定 按钮，完成图 3.3.3 所示机床坐标系的创建，系统返回到"Mill Orient"对话框。

Step3．创建安全平面。

（1）在"Mill Orient"对话框中 间隙 区域 安全设置选项 的下拉列表中选择 平面 选项，单击"指定安全平面"按钮，系统弹出"平面构造器"对话框。

（2）选取图 3.3.4 所示的平面参照，在 偏置 文本框中输入值 10.0，单击 确定 按钮，系统返回到"Mill Orient"对话框，完成图 3.3.4 所示的安全平面的创建。

（3）单击“Mill Orient”对话框中的 确定 按钮。

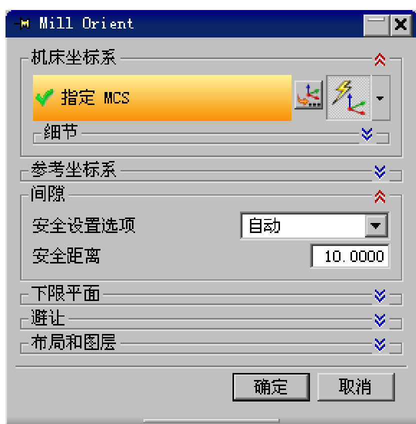


图 3.3.2　“Mill Orient”对话框

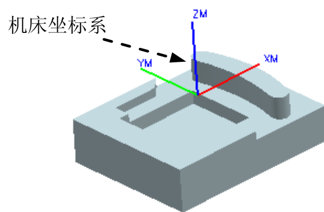


图 3.3.3　创建机床坐标系

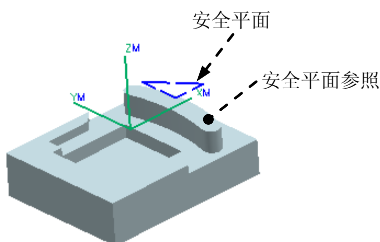


图 3.3.4　创建安全平面

Stage2．创建部件几何体

Step1．在操作导航器中双击 MCS_MILL 节点下的 WORKPIECE，系统弹出“铣削几何体”对话框。

Step2．选取部件几何体。在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“部件几何体”对话框。

Step3．在“部件几何体”对话框中选择 几何体 单选项，单击 全选 按钮，则选取了整个零件为部件几何体。

Step4．在“部件几何体”对话框中单击 确定 按钮，完成部件几何体的创建，同时系统返回到“铣削几何体”对话框。

Stage3．创建毛坯几何体

Step1．在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出图 3.3.5 所示的“毛坯几何体”对话框。



图 3.3.5　“毛坯几何体”对话框

Step2. 在“毛坯几何体”对话框中选择 部件的偏置 单选项，在 偏置 文本框中输入值 1.0。

Step3. 单击“毛坯几何体”对话框中的 确定 按钮，系统返回到“铣削几何体”对话框。

Step4. 单击“铣削几何体”对话框中的 确定 按钮。

Task3. 创建刀具

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出图 3.3.6 所示的“创建刀具”对话框。

Step2. 确定刀具类型。在“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_planar 选项，在 刀具子类型 区域中单击“MILL”按钮，在 位置 区域 刀具 下拉列表中选择 GENERIC_MACHINE 选项，在 名称 文本框中输入刀具名称 D15R0，单击 确定 按钮，系统弹出图 3.3.7 所示的“铣刀-5 参数”对话框。

Step3. 设置刀具参数。在“铣刀-5 参数”对话框中设置图 3.3.7 所示的刀具参数，单击 确定 按钮完成刀具的创建。



图 3.3.6 “创建刀具”对话框

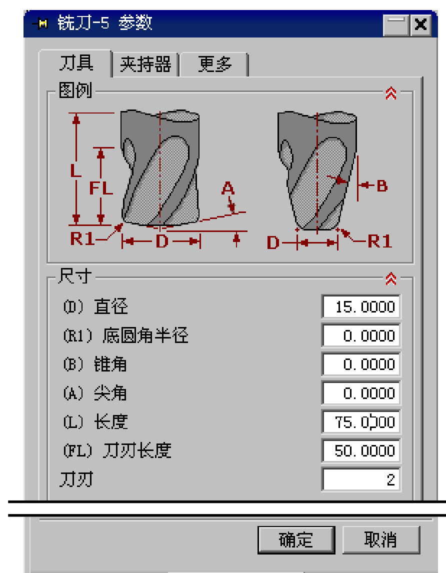


图 3.3.7 “铣刀-5 参数”对话框

图 3.3.6 所示的“创建刀具”对话框中刀具子类型的说明如下：

- (端铣刀)：在大多数的加工中均可以使用此种刀具。
- (球头铣刀)：多用于曲面以及圆角处的加工。
- (面铣刀)：多用于大平面加工。
- (T 形键槽铣刀)：多用于键槽加工。

- （桶形铣刀）：多用于平面和腔槽的加工。
- （螺纹刀）：用于铣螺纹。
- （刀库）：用于刀具的管理，可将每个刀具设定一个惟一的刀号。
- （刀头）：用于装夹刀具。
- （动力头）：给刀具提供动力。

注意：如果在加工的过程中，需要使用多把刀具，比较合理的方式是一次性把所需要的刀具全部创建完毕，这样在后面的加工中，直接选取创建好的刀具即可，有利于后续工作的快速完成。

Task4．创建表面区域铣操作

Stage1．插入操作

Step1．选择下拉菜单插入(S) → 操作(E)...命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．确定加工方法。在“创建操作”对话框类型下拉列表中选择mill_planar选项，在操作子类型区域中单击“FACE_MILLING_AREA”按钮，在程序下拉列表中选择PROGRAM选项，在刀具下拉列表中选择D15R0 (Milling Tool-5 Parameters)选项，在几何体下拉列表中选择WORKPIECE选项，在方法下拉列表中选择MILL_FINISH选项，采用系统默认的名称。

Step3．在“创建操作”对话框中单击确定按钮，系统弹出图 3.3.8 所示的“面铣削区域”对话框。

Stage2．指定切削区域

Step1．在几何体区域中单击“选择或编辑切削区域几何体”按钮，系统弹出图 3.3.9 所示的“切削区域”对话框。

Step2．选取图 3.3.10 所示的面为切削区域，在“切削区域”对话框中单击确定按钮，完成切削区域的创建，同时系统返回到“面铣削区域”对话框。

图 3.3.8 所示的“面铣削区域”对话框中各按钮说明如下：

- （新建）：用于创建新的几何体。
- （编辑）：用于对部件几何体进行编辑。
- （选择或编辑切削区域几何体）：指定部件几何体中需要加工的区域，该区域可以是部件几何体中的几个重要部分，也可以是整个部件几何体。
- （选择或编辑壁几何体）：通过设置侧壁几何来替换工件余量，表示除了加工面以外的全局工件余量。
- （选择或编辑检查几何体）：检查几何体是在切削加工过程中需要避让的几何体，例如夹具或重要的加工平面。
- （切削参数）：用于切削参数的设置。

- （非切削移动）：用于进刀、退刀等参数的设置。
- （进给和速度）：用于主轴速度、进给率等参数的设置。



图 3.3.8 “面铣削区域”对话框



图 3.3.9 “切削区域”对话框

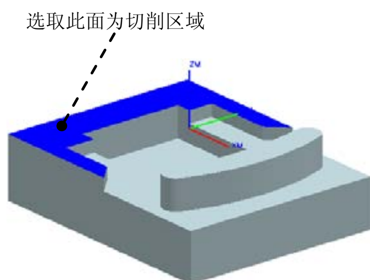


图 3.3.10 指定切削区域

Stage3. 显示刀具和几何体

Step1. 显示刀具。在 刀具 区域中单击“编辑/显示”按钮，系统会弹出“铣刀-5 参数”对话框，同时在绘图区会显示当前刀具，然后在弹出的对话框中单击 确定 按钮。

Step2. 显示几何体。在 几何体 区域中单击“显示”按钮，在图形区中会显示当前的部件几何体以及切削区域。

说明：这里显示刀具和几何体是用于确认前面的设置是否正确，如果能保证前面的设置无误，可以省略此步操作。

Stage4. 设置刀具路径参数

Step1. 创建切削模式。在 刀轨设置 区域 切削模式 下拉列表中选择 跟随周边 选项。

Step2. 创建步进方式。在步距下拉列表中选择% 刀具平直选项，在平面直径百分比文本框中输入值 50.0，在毛坯距离文本框中输入值 1.0，在每刀深度文本框中输入值 0.5，在最终底部面余量文本框中输入值 0.0。

Stage5. 设置切削参数

Step1. 单击“面铣削区域”对话框刀轨设置区域中的“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。在“切削参数”对话框中单击策略选项卡，设置参数如图 3.3.11 所示。

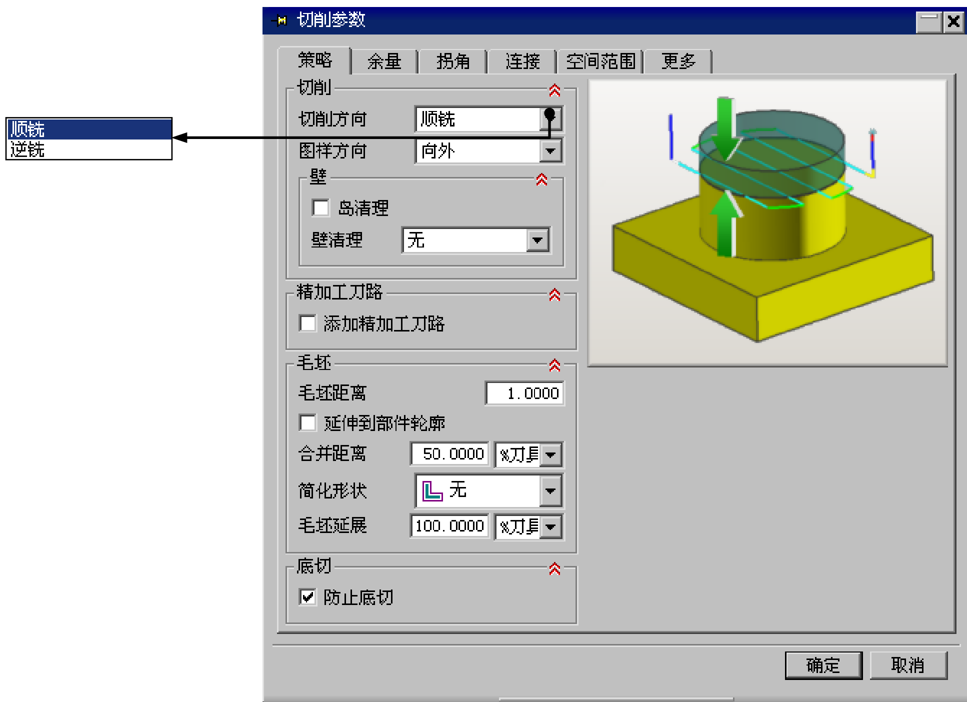


图 3.3.11　“策略”选项卡

图 3.3.11 所示的“切削参数”对话框“策略”选项卡中各选项说明如下：

- 切削方向：用于指定刀具的切削方向，包括顺铣和逆铣两种方式。
  - ☑ 顺铣：沿刀轴方向向下看，主轴的旋转方向与运动方向一致。
  - ☑ 逆铣：沿刀轴方向向下看，主轴的旋转方向与运动方向相反。

  说明：关于顺铣和逆铣的更多内容，可参阅本书第一章第 13 节的内容。
- 毛坯区域的各选项说明如下。
  - ☑ 毛坯距离：定义了要移除的材料的总厚度，是沿刀轴方向测量而得的。
  - ☑ ☑ 延伸到部件轮廓复选框：用于设置刀路轨迹是否根据部件的整体外部轮廓来生成。选中该复选框，刀路轨迹则延伸到部件的外部轮廓，如图 3.3.12 所示。取消选中该复选框，刀路轨迹只在加工区域内生成，如图 3.3.13 所示。

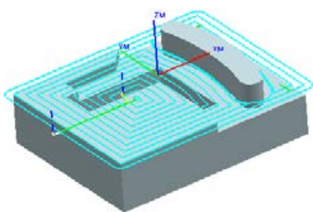


图 3.3.12 刀路延伸到部件的外部轮廓

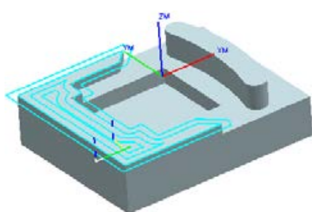


图 3.3.13 刀路在加工区域内生成

☑ 合并距离：用于设置加工多个等高的平面区域时，相邻刀路轨迹之间的合并距离值。如果两条刀路轨迹之间的最小距离小于合并距离值，那么这两条刀路轨迹将合并成为一条连续的刀路轨迹，合并距离值越大，合并的范围也越大。读者可以打开文件 D:\ugnx7.9\work\ch03\ch03.03\Merge_distance.prt 进行查看，当合并距离值设置为 0 时，两区域间的刀路轨迹是独立的，如图 3.3.14 所示；合并距离值设置为 15mm 时，两区域间的刀路轨迹部分合并，如图 3.3.15 所示；合并距离值设置为 40mm 时，两区域间的刀路轨迹完全合并，如图 3.3.16 所示。

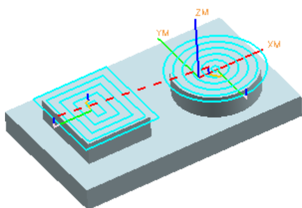


图 3.3.14 刀路轨迹（一）

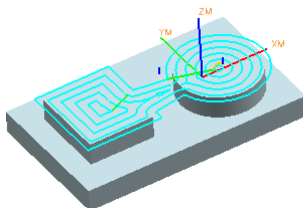


图 3.3.15 刀路轨迹（二）

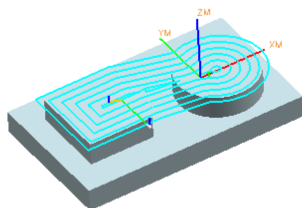


图 3.3.16 刀路轨迹（三）

☑ 简化形状：用于设置刀具的走刀路线相对于加工区域轮廓的简化形状，系统提供了 无、 凸包、 最小包围盒 三种走刀路线。选择 无 选项时，刀路轨迹如图 3.3.17 所示；选择 最小包围盒 选项时，刀路轨迹如图 3.3.18 所示。

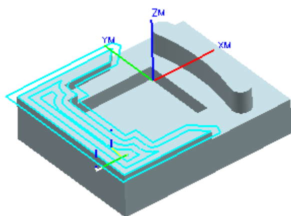


图 3.3.17 “无简化形状”的刀路轨迹

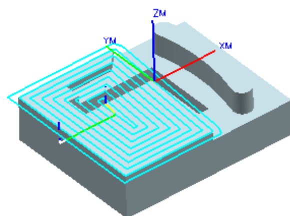


图 3.3.18 “凸包简化形状”的刀路轨迹

☑ 毛坯延展：用于设置刀具延展到毛坯边界外的距离，该距离可以是一个固定值也可以是刀具直径的百分比值。

- 选中 精加工刀路 选项区域的 ☑ 添加精加工刀路 复选框，系统会出现如下选项：

☑ 刀路数：用于指定精加工走刀的次数。

☑ 精加工步距：用于指定精加工两道切削路径之间的距离，可以是一个固定的距

离值，也可以是以刀具直径的百分比表示的值。在本例中，首先选中 ☑ 延伸到部件轮廓 复选框和 ☑ 岛清理 复选框，取消选中 ☐ 添加精加工刀路 复选框，零件中岛屿侧面的刀路轨迹如图 3.3.19a 所示；选中 ☑ 添加精加工刀路 复选框，并在 刀路数 文本框中输入值 2.0，此时零件中岛屿侧面的刀路轨迹如图 3.3.19b 所示。

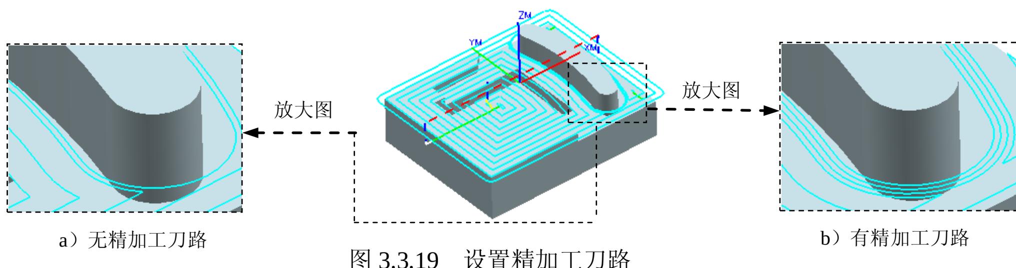


图 3.3.19　设置精加工刀路

- ☑ 防止底切 复选框：选中该复选框可防止刀柄与工件或检查几何体碰撞。

Step2. 在“切削参数”对话框中单击 余量 选项卡，设置参数如图 3.3.20 所示。

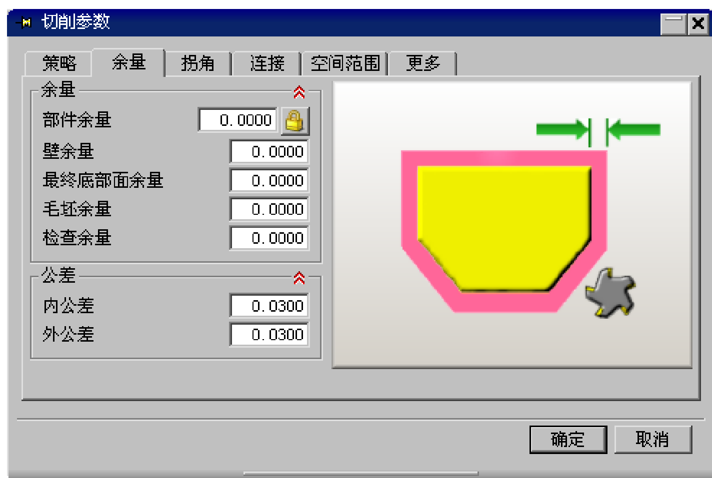


图 3.3.20　“余量”选项卡

图 3.3.20 所示的“切削参数”对话框“余量”选项卡中各选项说明如下：

- 部件余量：用于创建在当前平面铣削结束时，留在零件周壁上的余量。通常在粗加工或半精加工时会留有一定的部件余量用于精加工。
- 壁余量：用于创建零件侧壁面上剩余的材料，该余量是在每个切削层上沿垂直于刀轴的方向测量，应用于所有能够进行水平测量的部件的表面上。
- 最终底部面余量：用于创建当前加工操作后保留在腔底和岛屿顶部的余量。
- 毛坯余量：指刀具定位点与所创建的毛坯几何体之间的距离。
- 检查余量：用于创建刀具与已创建的检查边界之间的余量。
- 内公差：用于创建刀具切入零件时的最大偏距。
- 外公差：用于创建刀具切削零件时离开零件的最大偏距。

Step3. 在“切削参数”对话框中单击 拐角 选项卡，在 光顺 下拉列表中选择 所有刀路 选项，设置参数如图 3.3.21 所示。



图 3.3.21 “拐角”选项卡

图 3.3.21 所示的“切削参数”对话框“拐角”选项卡中各选项说明如下：

- 凸角：用于设置刀具在零件拐角处的切削运动方式。共有 绕以下对象滚动：、延伸并修剪 和 延伸 三个选项。
- 光顺：用于添加并设置拐角处的圆弧刀路参数，有 所有刀路 和 无 两个选项。由于圆弧拐角刀路可以减少刀具突然转向对机床的冲击，一般实际加工中都将此参数设置为 所有刀路。此参数生成的刀路轨迹如图 3.3.22b 所示。

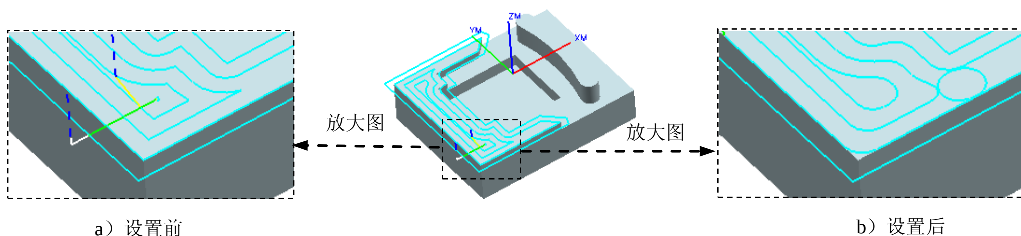


图 3.3.22 设置光顺拐角

Step4. 在“切削参数”对话框中单击 连接 选项卡，设置参数如图 3.3.23 所示，单击 确定 按钮，系统返回到“面铣削区域”对话框。

图 3.3.23 所示的“切削参数”对话框“连接”选项卡中各选项说明如下：

- 切削顺序 区域的 区域排序 下拉列表中提供了四种加工顺序的方式。
  - ☑ 标准：根据切削区域的创建顺序来确定各切削区域的加工顺序。
  - ☑ 优化：根据抬刀后横越运动最短的原则决定切削区域的加工顺序，效率比“标准”顺序高，系统默认为此选项。
  - ☑ 跟随起点：将根据创建“切削区域起点”时的顺序来确定切削区域的加工顺序。
  - ☑ 跟随预钻点：将根据“预钻进刀点”时的顺序来确定切削区域的加工顺序。

- ☑ 区域连接：选中该复选框后，可以将几个分开的切削区域连接起来一起加工，刀具则在加工完成每个切削区域后不必提刀，提高工作效率。
- 跨空区域区域中的运动类型下拉列表：用于创建在跟随周边切削模式中跨空区域的刀路类型，共有三种运动方式。
  - ☑ 跟随：刀具跟随跨空区域形状移动。
  - ☑ 剪切：在跨空区域做切削运动。（注：此处翻译有误，应为“切削”。）
  - ☑ 移刀：在跨空区域中移刀。



图 3.3.23　“连接”选项卡

说明：当选择某一选项时，在预览区域的图形上可以查看该选项的功能以及创建的内容，选择不同的加工操作类型，对应的“切削参数”对话框中的各选项卡中的参数也会有所不同。

Stage6．设置非切削移动参数

Step1. 单击“面铣削区域”对话框刀轨设置区域中的“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2. 单击“非切削移动”对话框中的进刀选项卡，其参数的设置如图 3.3.24 所示，其他选项卡中的参数设置采用系统的默认值，单击确定按钮完成非切削移动参数的设置。

图 3.3.24 所示的“非切削移动”对话框“进刀”选项卡中各选项说明如下：

封闭区域：设置部件或毛坯边界之内区域的进刀方式。

- 进刀类型：用于设置刀具在封闭区域中进刀时切入工件的类型。
  - ☑ 螺旋线：刀具沿螺旋线切入工件，刀具轨迹（刀具中心的轨迹）是一条螺旋线，此种进刀方式可以减少刀具的冲击力。
  - ☑ 沿形状斜进刀：刀具按照一定的倾斜角度切入工件，也能减少刀具的冲击力。
  - ☑ 插削：刀具沿直线垂直切入工件，进刀时刀具的冲击力较大，一般不选这种进

刀方式。

☑ 无：没有进刀运动。

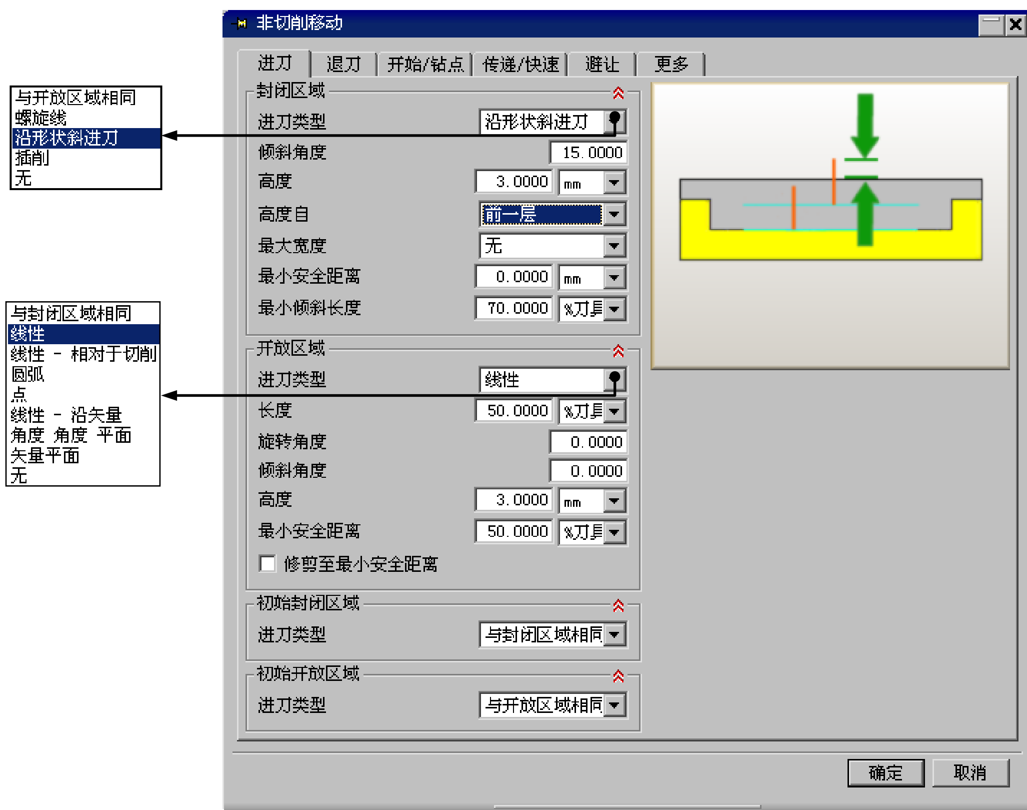


图 3.3.24 “进刀”选项卡

- 倾斜角度：刀具斜进刀进入部件表面的角度，即刀具切入材料前的最后一段进刀轨迹与部件表面的角度。
- 高度：刀具沿形状斜进刀或螺旋进刀时的进刀点与切削点的垂直距离，即进刀点与部件表面的垂直距离。
- 高度自：定义前面 高度 选项的计算参照。
- 最大宽度：斜进刀时相邻两拐角间的最大宽度。
- 最小安全距离：沿形状斜进刀或螺旋进刀时，工件内非切削区域与刀具之间的最小安全距离。
- 最小倾斜长度：沿形状斜进刀或螺旋进刀时最小倾斜斜面的水平长度。
- 开放区域：设置在部件或毛坯边界之外区域，刀具靠近工件时的进刀方式。
- 进刀类型：用于设置刀具在开放区域中进刀时切入工件的类型。

  ☑ 与封闭区域相同：刀具的走刀类型与封闭区域的相同。

  ☑ 线性：刀具按照指定的线性长度以及旋转的角度等参数进行移动，刀具逼近

切削点时的刀轨是一条直线或斜线。

☑ 线性－相对于切削：刀具相对于衔接的切削刀路呈直线移动。

☑ 圆弧：刀具按照指定的圆弧半径以及圆弧角度进行移动，刀具逼近切削点时的刀轨是一段圆弧。

☑ 点：从指定点开始移动。选取此选项后，可以用下方的“点构造器”和“自动判断点”来指定进刀开始点。

☑ 线性－沿矢量：指定一个矢量和一个距离来确定刀具的运动矢量，运动方向和运动距离。

☑ 角度 角度 平面：刀具按照指定的两个角度和一个平面进行移动，其中，角度可以确定进刀的运动方向，平面可以确定进刀开始点。

☑ 矢量平面：刀具按照指定的一个矢量和一个平面进行移动，矢量确定进刀方向，平面确定进刀开始点。

注意：选择不同的进刀类型时，“进刀”选项卡中参数的设置会不同，应根据加工工件的不同选择合适的进刀类型，从而进行各参数的设置。

Stage7．设置进给和速度

Step1. 单击“面铣削区域”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出图 3.3.25 所示的“进给和速度”对话框。

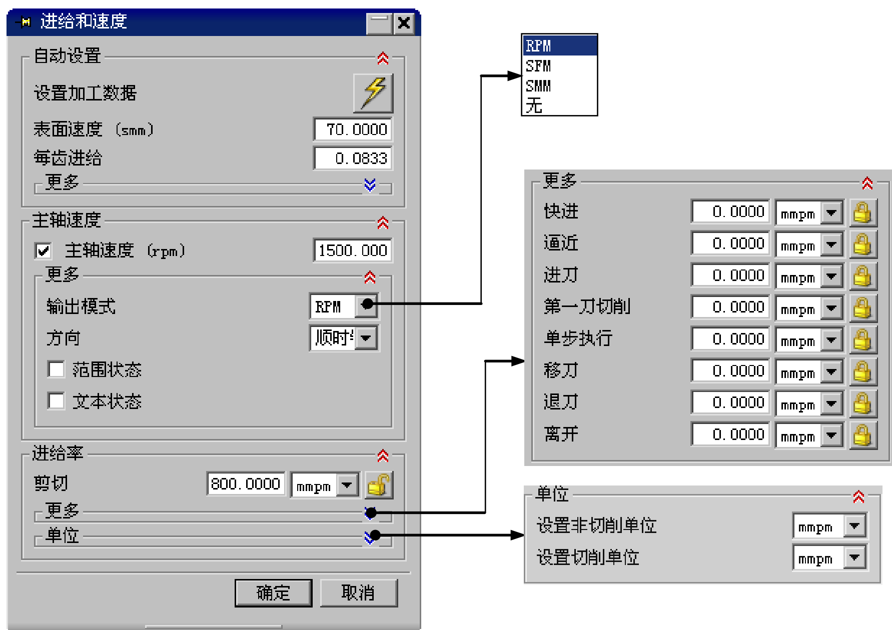


图 3.3.25 “进给和速度”对话框

Step2. 选中“进给和速度”对话框主轴速度区域中的☑ 主轴速度 (rpm)复选框，在其后的文本框中输入值 1500.0，在进给率区域剪切文本框中输入值 800.0，其他参数的设置如图 3.3.25 所示。

注意：这里不设置表面速度和每齿进给并不表示其值为 0，系统会根据主轴转速计算表面速度，再根据剪切值自动计算每齿进给量。

Step3. 单击“进给和速度”对话框中的确定按钮，系统返回“面铣削区域”对话框。

图 3.3.25 所示的”进给和速度”对话框中各选项说明如下：

- 表面速度 (smm)：用于设置表面速度。表面速度即刀具在旋转切削时与工件的相对运动速度，与机床的主轴速度相关。
- 每齿进给：每个齿切除材料量的度量（有时也叫每齿进给量）。
- 输出模式：系统提供了以下三种主轴速度输出模式。
  - ☑ RPM：以每分钟转数为单位创建主轴速度。
  - ☑ SFM：以每分钟曲面英尺为单位创建主轴速度。
  - ☑ SMM：以每分钟曲面米为单位创建主轴速度。
  - ☑ 无：没有主轴输出模式。
- ☑ 范围状态：选中该复选框以激活范围文本框，范围文本框用于创建主轴的速度范围。
- ☑ 文本状态：选中该复选框以激活文本文本框，文本文本框用于输入字符。在 CLSF 文件输出时，此文本框中的内容将添加到 LOAD 或 TURRET 中；在后处理时，此文本框中的内容将存储在 mom 变量中。
- 剪切：切削过程中的进给量，即正常进给时的速度。
- 进给率选项区域的更多选项组中各选项的说明如下（刀具的进给和速度示意图如图 3.3.26 所示）。

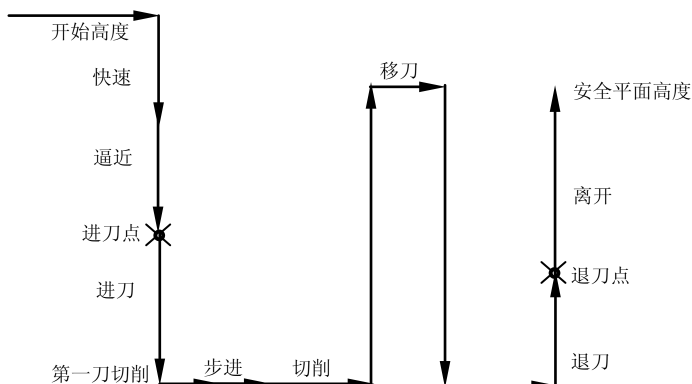


图 3.3.26　进给和速度示意图

☑ 快进：用于设置快进运动时的速度，即刀具从开始点到下一个前进点的移动速

度。

☑ 逼近：用于设置刀具接近时的速度，即刀具从起刀点到进刀点的进给速度。在多层切削加工中，它控制刀具从一个切削层到下一个切削层的移动速度。在表面轮廓加工中，它控制刀具进刀运动前的速度。当此项设置为零时，如果已经设置了进刀方式，逼近时则按进刀速度移动。在钻孔和车削中，当最小间隙和逼近速度都为零时，则按剪切文本框中设置的正常进给速度逼近，当最小间隙不为零，逼近设置为零时，则按快进文本框中设置的快进运动速度逼近。

☑ 进刀：用于设置进刀速度，即刀具从进刀点到初始切削点的速度。如果此项设置为零，则按剪切文本框中设置的正常进给速度进刀。

☑ 第一刀切削：用于设置第一刀切削时的进给量。

☑ 单步执行：用于设置刀具进入下一个平行刀轨切削时的横向进给速度，即铣削宽度，多用于往复式的切削方式。

☑ 移刀：用于设置刀具从一个切削区域跨越到另一个切削区域时作水平非切削移动时刀具的移动速度。移刀时，刀具先抬刀至安全平面高度，然后作横向移动，以免发生碰撞。

☑ 退刀：用于设置退刀时，刀具切出部件的速度，即刀具从最终切削点到退刀点之间的速度。当此项设置为零时，如果刀具作直线运动，则按快速文本框中设置的快速运动速度退刀，如果刀具做环形运动，则按剪切文本框中设置的正常进给速度退刀。

☑ 离开：设置分离速度，即刀具退出加工部位到返回点的移动速度。在钻孔加工和车削加工中，刀具由里向外退出时和加工表面有很小的接触，因此分离速度会影响加工表面的表面粗糙度。

☑ 单位选项区域的更多选项组中各选项的说明如下。

☑ 设置非切削单位：将所有的“非切削进给率”单位设置为 mmpm（毫米/分钟）、mmpr（毫米/转）或无。

☑ 设置切削单位：将所有的“切削进给率”单位设置为 mmpm（毫米/分钟）、mmpr（毫米/转）或无。

Task5．生成刀路轨迹并仿真

Step1．在“面铣削区域”对话框中单击“生成”按钮，在图形区中生成图 3.3.27 所示的刀路轨迹。

Step2. 在图形区通过旋转、平移、放大视图，再单击“重播”按钮重新显示路径。可以从不同角度对刀路轨迹进行查看，以判断其路径是否合理。

Step3. 在“面铣削区域”对话框中单击“确认”按钮，系统弹出图 3.3.28 所示的“刀轨可视化”对话框。

Step4. 使用 2D 动态仿真。在“刀轨可视化”对话框中单击 2D 动态 选项卡，采用系统默认设置，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可演示 2D 动态仿真加工，完成演示后的模型如图 3.3.29 所示，仿真完成后单击 确定 按钮，完成操作。

Step5. 单击“面铣削区域”对话框中的 确定 按钮，完成操作。

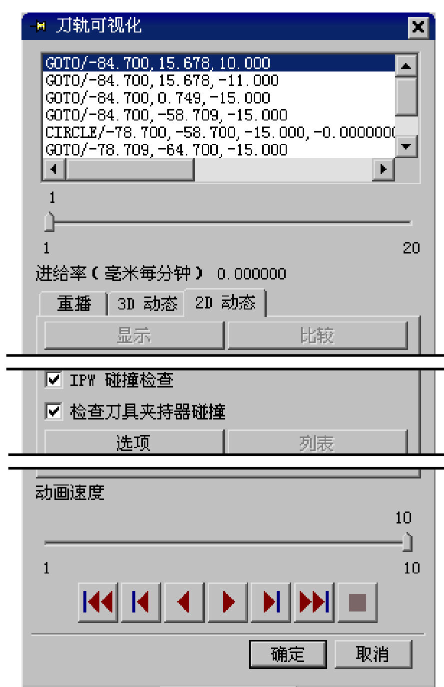


图 3.3.28 “刀轨可视化”对话框

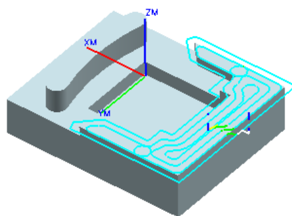


图 3.3.27 刀路轨迹

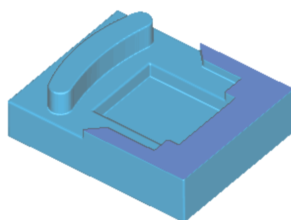


图 3.3.29 2D 仿真结果

Task6. 保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

3.4 表 面 铣

表面铣和表面区域铣都属于面铣，都是平面铣的特例，其用法和表面区域铣基本类似，不同之处在于表面铣是通过定义要加工面的边界来确定切削区域的，在定义边界时可以通过面，或者面上的曲线以及一系列的点来得到开放或封闭的边界几何体。

下面以图 3.4.1 所示的零件介绍创建表面铣加工的一般步骤。

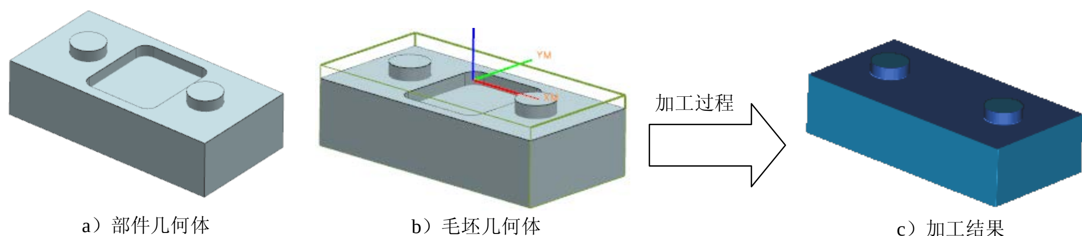


图 3.4.1　表面铣

Task1．打开模型文件并进入加工模块

Step1．打开文件 D:\ugnx7.9\work\ch03\ch03.04\ face_milling.prt。

Step2．进入加工环境。选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，在系统弹出的“加工环境”对话框的 要创建的 CAM 设置 列表框中选择 mill_planar 选项，然后单击 确定 按钮，进入加工环境。

Task2．创建几何体

Stage1．创建机床坐标系

Step1．在操作导航器中将视图调整到几何视图状态，双击坐标系节点 MCS_MILL，系统弹出“Mill Orient”对话框。

Step2．创建机床坐标系。

（1）在“Mill Orient”对话框的 机床坐标系 区域中单击“CSYS 会话”按钮，系统弹出“CSYS”对话框，确认在 类型 下拉列表中选择 动态 选项。

（2）单击“CSYS”对话框 操控器 区域中的“点对话框”按钮，系统弹出“点”对话框，在“点”对话框 ZC 文本框中输入值 60.0，单击 确定 按钮，此时系统返回至“CSYS”对话框，在该对话框中单击 确定 按钮，完成图 3.4.2 所示的机床坐标系的创建。

Stage2．创建安全平面

Step1．在“Mill Orient”对话框 间隙 区域 安全设置选项 的下拉列表中选择 平面 选项，单击“指定安全平面”按钮，系统弹出“平面构造器”对话框。

Step2．选取图 3.4.3 所示的平面，在 偏置 文本框中输入值 10.0，单击 确定 按钮，系统返回到“Mill Orient”对话框，完成安全平面的创建。

Step3．单击“Mill Orient”对话框中的 确定 按钮。

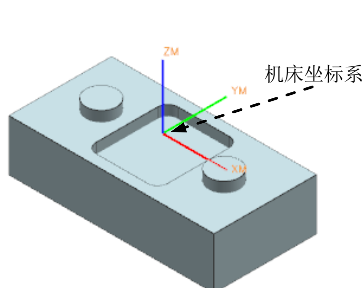


图 3.4.2　创建机床坐标系

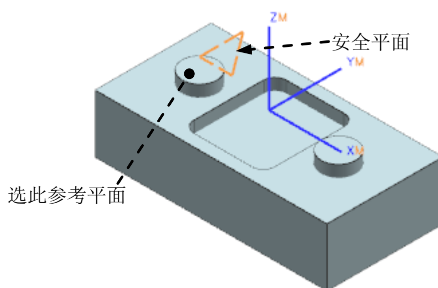


图 3.4.3　创建安全平面

Stage3．创建部件几何体

Step1．在操作导航器中双击 MCS_MILL 节点下的 WORKPIECE，系统弹出“铣削几何体”对话框。

Step2．选取部件几何体。在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“部件几何体”对话框。

Step3．在“部件几何体”对话框中选取 几何体 单选项，单击 全选 按钮，则选取了整个零件为部件几何体。

Step4．在“部件几何体”对话框中单击 确定 按钮，完成部件几何体的创建，同时系统返回到“铣削几何体”对话框。

Stage4．创建毛坯几何体

Step1．在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“毛坯几何体”对话框。

Step2．在“毛坯几何体”对话框中选择 自动块 单选项。

Step3．单击“毛坯几何体”对话框中的 确定 按钮，然后单击“铣削几何体”对话框中的 确定 按钮。

Task3．创建刀具

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出图 3.4.4 所示的“创建刀具”对话框。

Step2．确定刀具类型。在 刀具子类型 区域中单击“FACE_MILL”按钮，在 名称 文本框中输入 D30R1，然后单击 确定 按钮，系统弹出“铣刀-5 参数”对话框。

Step3．设置刀具参数。在“铣刀-5 参数”对话框中设置图 3.4.5 所示的刀具参数，设置完成后单击 确定 按钮，完成刀具参数的设置。



图 3.4.4　“创建刀具”对话框

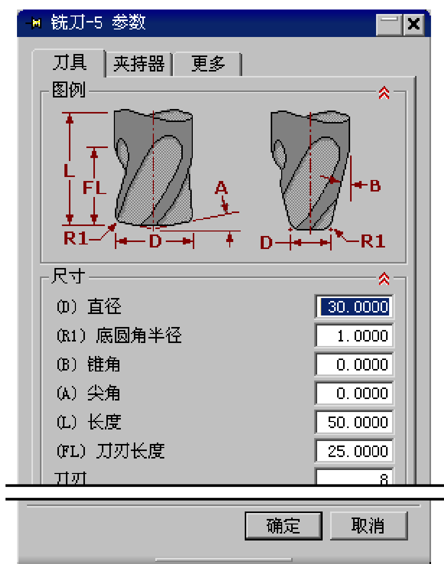


图 3.4.5　“铣刀-5 参数”对话框

Task4. 创建表面铣操作

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 确定加工方法。在“创建操作”对话框的 类型 下拉列表中选择 mill_planar 选项，在 操作子类型 区域中单击“FACE_MILLING”按钮，在 刀具 下拉列表中选择 D30R1 (Milling Tool-5 Parameters) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在 方法 下拉列表中选择 MILL_FINISH 选项，采用系统默认的名称，如图 3.4.6 所示。

Step3. 在“创建操作”对话框中单击 确定 按钮，此时，系统弹出图 3.4.7 所示的“平面铣”对话框。

图 3.4.6 所示的“创建操作”对话框中各选项说明如下：

- 程序 下拉列表中提供了 NONE、NC_PROGRAM 和 PROGRAM 三种选项。
  - ☑ NONE：系统将提供一个不含任何程序的加工目录。
  - ☑ NC_PROGRAM：采用系统默认的加工程序根目录。
  - ☑ PROGRAM：采用系统提供的一个加工程序的根目录。
- 刀具 下拉列表：用于选取该操作所用的刀具。
- 方法 下拉列表：用于确定该操作的加工方法。
  - ☑ METHOD：采用系统给定的加工方法。
  - ☑ MILL_FINISH：铣削精加工方法。
  - ☑ MILL_ROUGH：铣削粗加工方法。
  - ☑ MILL_SEMI_FINISH：铣削半精加工方法。
  - ☑ NONE：选取此选项后，系统不提供任何的加工方法，用户可以在后面“主界面”

对话框中的“组”区域中再选择相应的加工方法。

- 名称文本框：用户可以在该文本框中定义操作的名称。

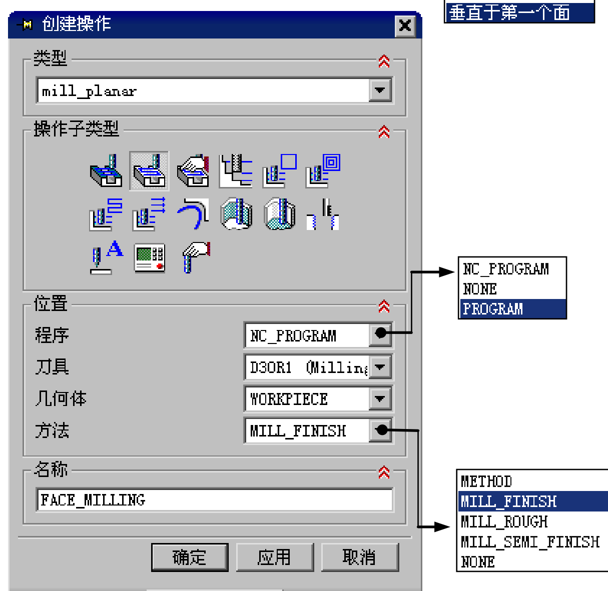


图 3.4.6 “创建操作”对话框

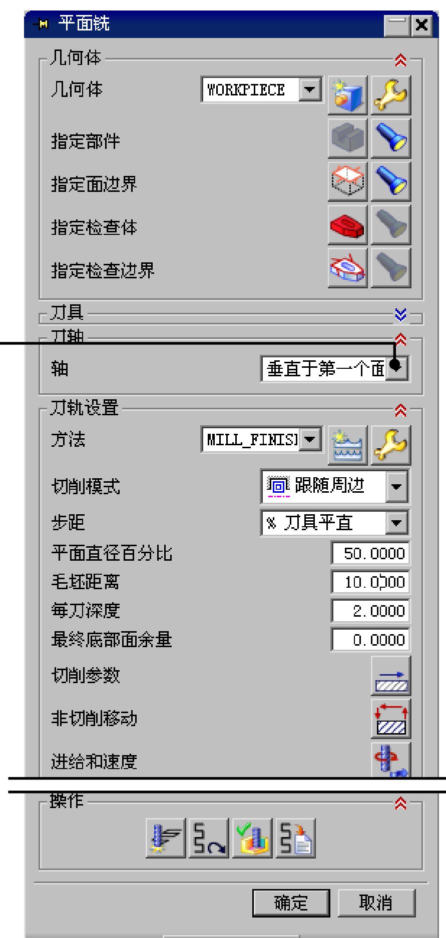


图 3.4.7 “平面铣”对话框

图 3.4.7 所示的“平面铣”对话框刀轴区域中各选项说明如下：

- 轴下拉列表中提供了三种刀轴方向的设置方法。
  - ☑ +ZM 轴：设置刀轴方向为机床坐标系 ZM 轴的正方向。
  - ☑ 指定矢量：创建一个矢量作为刀轴方向。
  - ☑ 垂直于第一个面：设置刀轴方向垂直于第一个面边界。

Stage2．指定面边界

Step1．在几何体区域中单击“选择或编辑面几何体”按钮，系统弹出图 3.4.8 所示的“指定面几何体”对话框。

Step2．确认该对话框过滤器类型区域中的“面边界”按钮被按下，选取图 3.4.9 所示的模型表面为面边界。

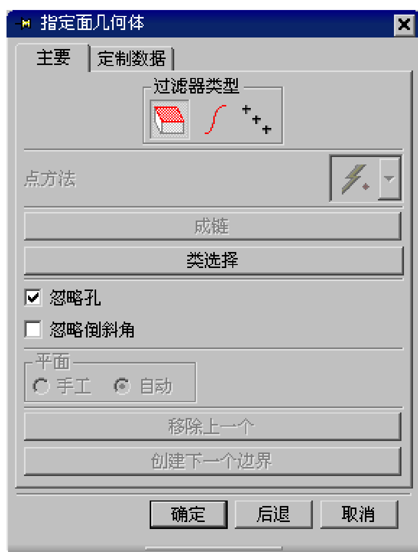


图 3.4.8　“指定面几何体”对话框

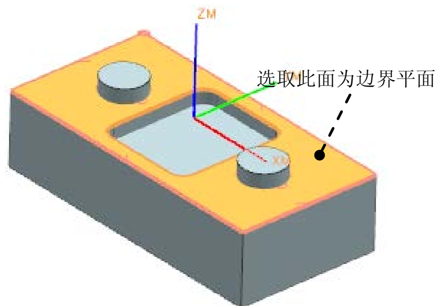


图 3.4.9　选择面边界几何

Step3. 单击“指定面几何体”对话框中的 确定 按钮，系统返回到“平面铣”对话框。

说明：如果在“指定面几何体”对话框中单击按钮“曲线边界”按钮，可以选取图 3.4.10 所示的曲线为边界几何，加工区域与图 3.4.9 所示的面边界相同。但是要注意选择曲线边界几何时，刀轴方向则无法设置为 垂直于第一个面 选项，否则生在成刀轨时会出现图 3.4.11 所示的“操作参数错误”对话框，此时应将刀轴方向改为 +ZM 轴 选项。

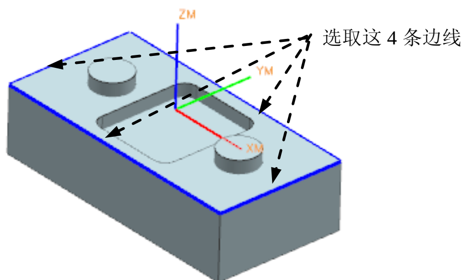


图 3.4.10　选择线边界几何

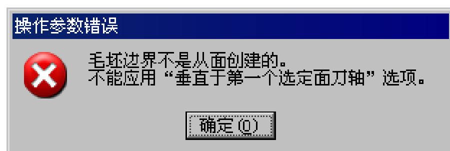


图 3.4.11　“操作参数错误”对话框

Stage3. 设置刀具路径参数

Step1. 选择切削模式。在“平面铣”对话框 切削模式 下拉列表中选择 跟随周边 选项。

Step2. 设置一般参数。在 步距 下拉列表中选择 % 刀具平直 选项，在 平面直径百分比 文本框中输入值 50.0，在 毛坯距离 文本框中输入值 10，在 每刀深度 文本框中输入值 2.0，其他参数采用系统默认设置值。

Stage4. 设置切削参数

Step1. 在 刀轨设置 区域中单击“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中单击 策略 选项卡，设置参数如图 3.4.12 所示。

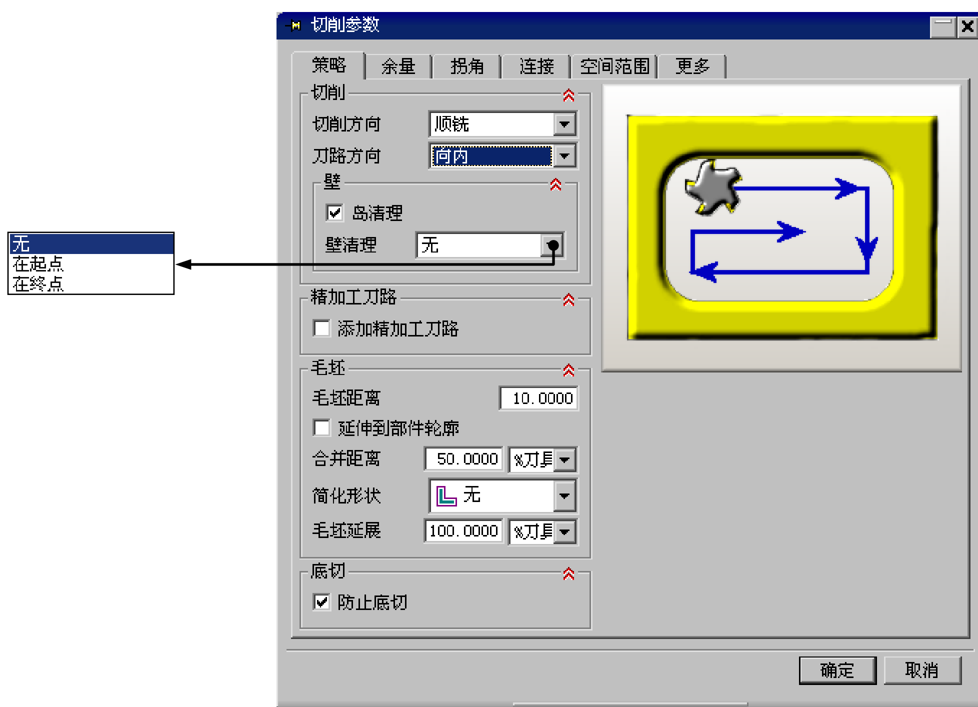


图 3.4.12 “策略”选项卡

图 3.4.12 所示的“切削参数”对话框“策略”选项卡部分选项说明如下：

- 刀路方向：用于设置刀路轨迹的沿部件的周边向中心切削（或沿相反方向），“向外”是系统默认值。
- ☑ 岛清理：选中该项后将在每个岛区域都包含一个沿该岛的完整清理刀路，可确保在岛的周围不会留下多余的材料。
- 壁清理：用于创建移除沿工件壁切削时出现的脊，系统提供了以下三种类型。
  - ☑ 无：不移除所有材料，但是可以创建更短的刀轨。
  - ☑ 在起点：刀具在切削各个层之前，先在周边进行清壁加工，然后进行平行加工。
  - ☑ 在终点：刀具在切削各个层之前，先进行平行加工，然后在周边上进行清壁加工。

Step3. 在“切削参数”对话框中单击 余量 选项卡，设置图 3.4.13 所示参数，单击 确定 按钮回到“平面铣”对话框。

Stage5. 设置非切削移动参数

Step1. 在“平面铣”对话框 刀轨设置 区域中单击“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2. 单击“非切削移动”对话框中 进刀 选项卡，其参数设置如图 3.4.14 所示，其他选项卡中的设置采用系统的默认值，单击 确定 按钮完成非切削移动参数的设置。

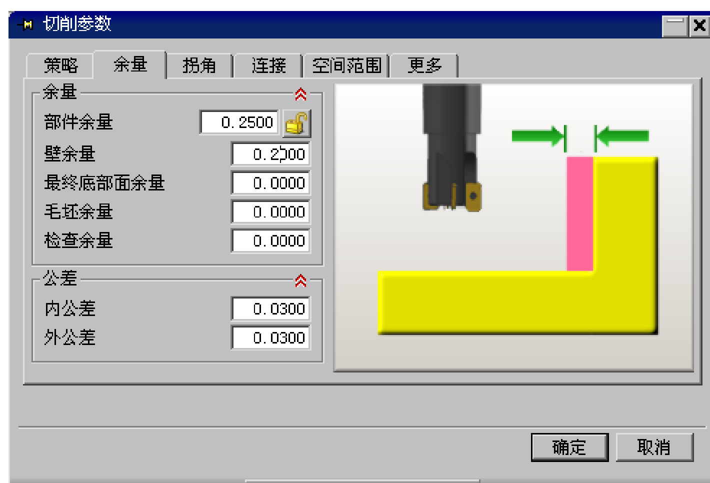


图 3.4.13　“余量”选项卡

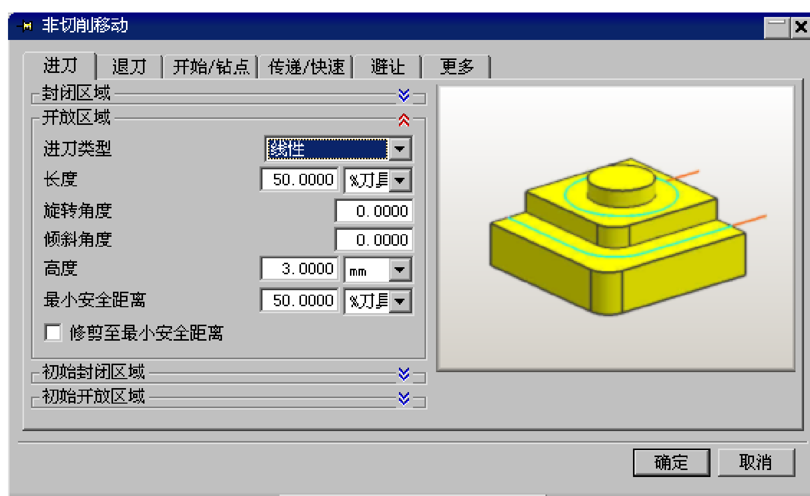


图 3.4.14　“进刀”选项卡

Stage6．设置进给和速度

Step1. 单击“平面铣”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 在“进给和速度”对话框主轴速度区域中选中 主轴速度 (rpm) 复选框，在其后的文本框中输入值 1500.0，在进给率区域的 切削 文本框中输入值 600.0，其他参数的设置如图 3.4.15 所示。

Step3. 单击“进给和速度”对话框中的 确定 按钮。

Task5．生成刀路轨迹并仿真

Step1. 生成刀路轨迹。在“平面铣”对话框中单击“生成”按钮，在绘图区中生成图 3.4.16 所示的刀路轨迹。

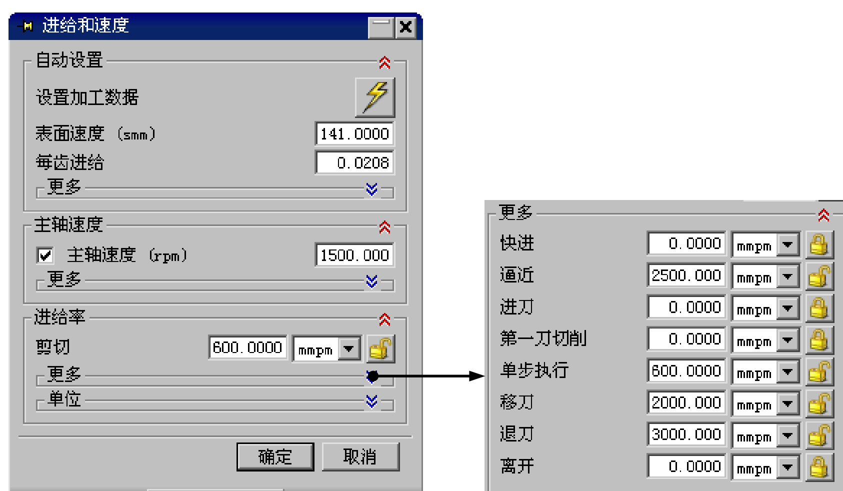


图 3.4.15　“进给和速度”对话框

Step2. 使用 2D 动态仿真。完成演示后的模型如图 3.4.17 所示。

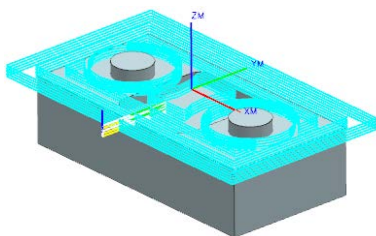


图 3.4.16　刀路轨迹

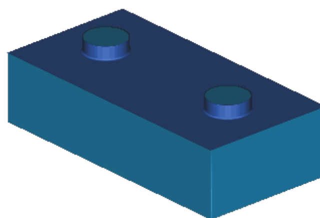


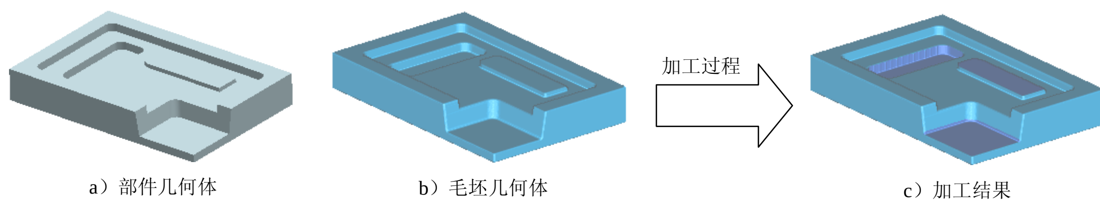
图 3.4.17　2D 仿真结果

Task6. 保存文件

选择下拉菜单 文件(F) ➡ 保存(S) 命令，保存文件。

3.5　手 工 面 铣

手工面铣又称为混合铣削，也是面铣的一种。创建该操作时，系统会自动选用混合切削模式加工零件。在该模式中，需要对零件中的多个加工区域分别指定不同的切削模式，并且每个区域的切削参数可以单独地进行编辑。下面以图 3.5.1 所示的零件介绍创建手工面铣加工的一般步骤。



a）部件几何体　　b）毛坯几何体　　c）加工结果

图 3.5.1　手工面铣

Task1．打开模型文件并进入加工模块

Step1．打开文件 D:\ugnx7.9\work\ch03\ch03.05\ face_milling_manual.prt。

Step2．进入加工环境。选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，在系统弹出的“加工环境”对话框 要创建的 CAM 设置 列表框中选择 mill_planar 选项，然后单击 确定 按钮，进入加工环境。

Task2．创建几何体

Stage1．创建机床坐标系

Step1．在操作导航器中将视图调整到几何视图状态，双击坐标系节点 MCS_MILL，系统弹出“Mill Orient”对话框。

Step2．创建机床坐标系。采用系统默认的机床坐标系，如图 3.5.2 所示。

Stage2．创建安全平面

定义安全平面相对图 3.5.3 所示的零件表面的偏置值为 15.0。

说明：创建安全平面的详细步骤可以参考本章上一节的相关操作。

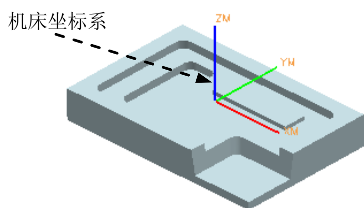


图 3.5.2　创建机床坐标系

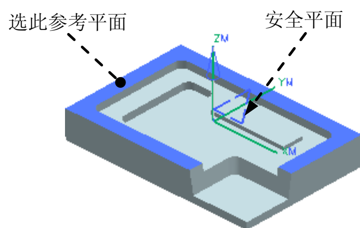


图 3.5.3　创建安全平面

Stage3．创建部件几何体

Step1．在操作导航器中双击 MCS_MILL 节点下的 WORKPIECE，系统弹出“铣削几何体”对话框。

Step2．选取部件几何体。在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“部件几何体”对话框。

Step3．在“部件几何体”对话框中选择 几何体 单选项，单击 全选 按钮，则选取了整个零件为部件几何体。

Step4．在“部件几何体”对话框中单击 确定 按钮，完成部件几何体的创建，同时系统返回到“铣削几何体”对话框。

Stage4．创建毛坯几何体

Step1．在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“毛坯几何体”对话框。

Step2．在“毛坯几何体”对话框中选择 部件的偏置 单选项，在 偏置 文本框中输入值 0.5。

Step3．单击“毛坯几何体”对话框中的 确定 按钮，然后单击“铣削几何体”对话框

中的确定按钮。

Task3．创建刀具

Step1．选择下拉菜单插入(S) → 刀具(T)...命令，系统弹出图 3.5.4 所示的“创建刀具”对话框。

Step2．确定刀具类型。在刀具子类型区域中单击“MILL”按钮，在名称文本框中输入 D10R1，然后单击确定按钮，系统弹出“铣刀-5 参数”对话框。

Step3．设置刀具参数。在“铣刀-5 参数”对话框中设置图 3.5.5 所示的刀具参数，设置完成后单击确定按钮，完成刀具参数的设置。



图 3.5.4 “创建刀具”对话框

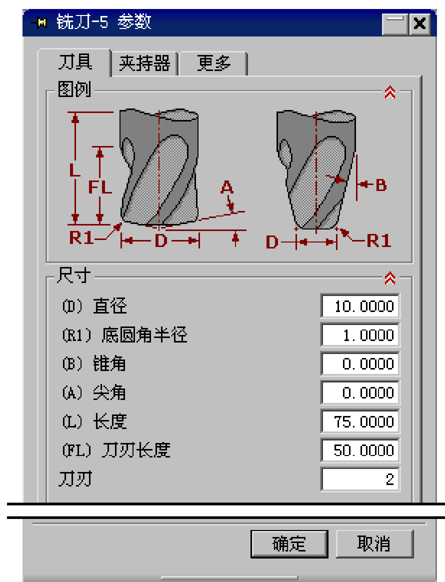


图 3.5.5 “铣刀-5 参数”对话框

Task4．创建手工面铣操作

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单插入(S) → 操作(E)...命令，系统弹出图 3.5.6 所示的“创建操作”对话框。

Step2．确定加工方法。在“创建操作”对话框的类型下拉列表中选择mill_planar选项，在操作子类型区域中单击“FACE_MILLING_MANUAL”按钮，在刀具下拉列表中选择D10R1 (Milling Tool-5 Parameters)选项，在几何体下拉列表中选择WORKPIECE选项，在方法下拉列表中选择MILL FINISH选项，采用系统默认的名称。

Step3．在“创建操作”对话框中单击确定按钮，此时，系统弹出图 3.5.7 所示的“手工面铣削”对话框。

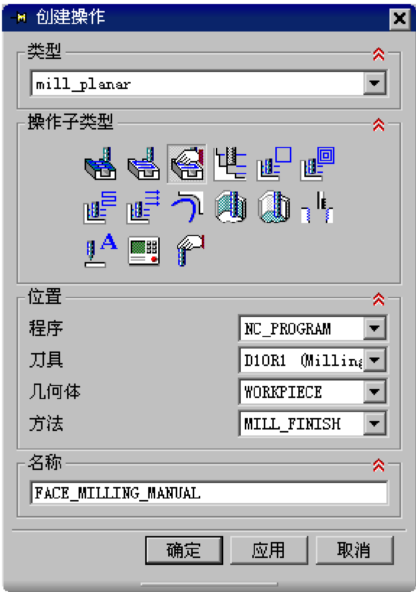


图 3.5.6　“创建操作”对话框



图 3.5.7　“手工面铣削”对话框

Stage2．指定切削区域

Step1．在几何体区域中单击“选择或编辑切削区域几何体”按钮，系统弹出图 3.5.8 所示的“切削区域”对话框。

Step2．依次选取图 3.5.9 所示的面 1、面 2 和面 3 为切削区域，在“切削区域”对话框中单击确定按钮，完成切削区域的创建，同时系统返回到“手工面铣削”对话框。



图 3.5.8　“切削区域”对话框

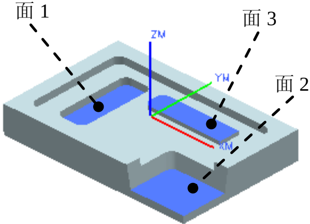


图 3.5.9　指定切削区域

Stage3．设置刀具路径参数

Step1．选择切削模式。在“平面铣”对话框 切削模式 下拉列表中选择 混合 选项。

Step2．设置一般参数。在 步距 下拉列表中选择 % 刀具平直 选项，在 平面直径百分比 文本框中输入值 50.0，在 毛坯距离 文本框中输入值 0.5，其他参数采用系统默认设置。

Stage4．设置切削参数

Step1．在 刀轨设置 区域中单击“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2．在“切削参数”对话框中单击 拐角 选项卡，在设 光顺 下拉列表中选择 所有刀路 选项，其他参数采用系统默认设置。

Stage5．设置非切削移动参数

采用系统默认的非切削移动参数。

Stage6．设置进给和速度

Step1．在“手工面铣削”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．选中“进给和速度”对话框 主轴速度 区域中的 ☑ 主轴速度 (rpm) 复选框，在其后的文本框中输入值 1400.0，在 进给率 区域的 剪切 文本框中输入值 600.0，其他参数采用系统默认设置。

Step3．单击“进给和速度”对话框中的 确定 按钮。

Task5．生成刀路轨迹并仿真

Stage1．生成刀路轨迹

Step1．进入区域切削模式。在“手工面铣削”对话框中单击“生成”按钮，系统弹出图 3.5.10 所示的“区域切削模式”对话框（一），并在图形区中显示零件中所有的加工区域，同时将视图方向切换到加工平面的正投影方向，如图 3.5.11 所示。

Step2．定义各加工区域的切削模式。

（1）设置第 1 个加工区域的切削模式。在“区域切削模式”对话框（一）中单击 region_1_level_4 选项，在下拉菜单中选择“往复”选项；单击按钮，系统弹出“Zig-Zag 切削参数”对话框，在该对话框中设置图 3.5.12 所示的参数，然后单击 确定 按钮。

注意：加工区域在“区域切削模式”对话框（一）中排列的顺序与指定切削区域时选取平面的顺序一致。

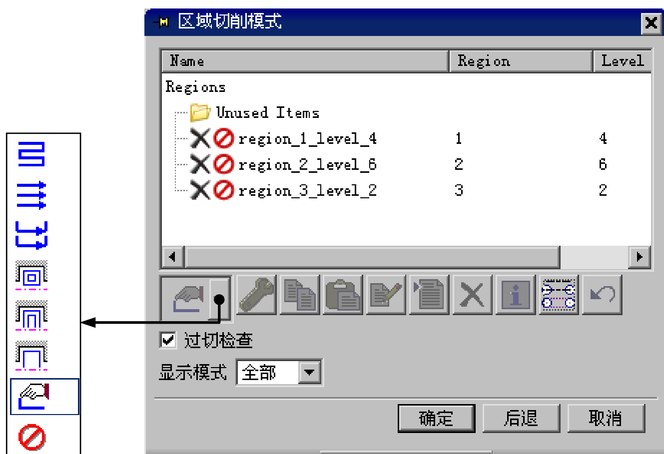


图 3.5.10　“区域切削模式”对话框（一）

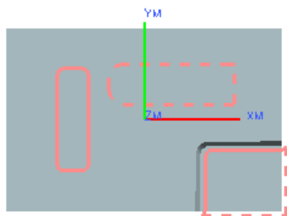


图 3.5.11　加工区域

（2）设置第 2 个加工区域的切削模式。在“区域切削模式”对话框（一）中单击 region_2_level_6 选项，在下拉菜单中选择“跟随周边”选项；单击按钮，系统弹出 “Follow Periphery 切削参数”对话框，在该对话框中设置图 3.5.13 所示的参数，然后单击 确定 按钮。

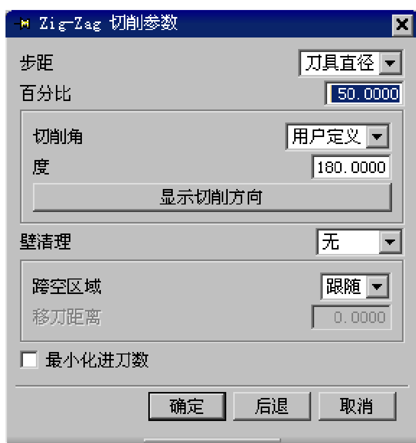


图 3.5.12　“Zig-Zag 切削参数”对话框



图 3.5.13　“Follow Periphery 切削参数”对话框

（3）设置第 3 个加工区域的切削模式。在“区域切削模式”对话框（一）中单击 region_3_level_2 选项，在下拉菜单中选择“跟随部件”选项；单击按钮，系统弹出“Follow Part 切削参数”对话框，在该对话框中设置图 3.5.14 所示的参数，然后单击 确定 按钮。此时“区域切削模式”对话框（二）如图 3.5.15 所示，图形区中显示所有加工区域正投影方向下的刀路轨迹，如图 3.5.16 所示。



图 3.5.14 “Follow Part 切削参数”对话框

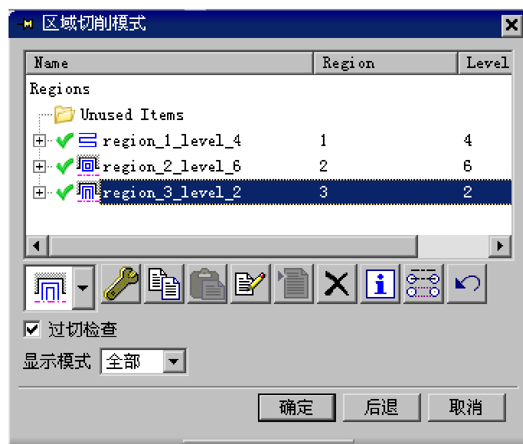


图 3.5.15 “区域切削模式”对话框（二）

Step3. 生成刀路轨迹。在“区域切削模式”对话框中单击 确定 按钮，系统返回到“手工面铣削”对话框，并在图形区中显示 3D 状态下的刀路轨迹，如图 3.5.17 所示。

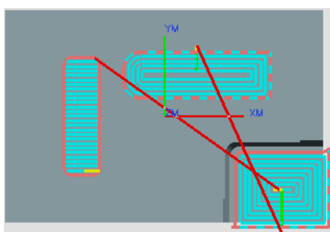


图 3.5.16 刀路轨迹（一）

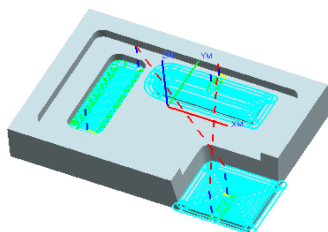


图 3.5.17 刀路轨迹（二）

Stage2. 2D 动态仿真

在“手工面铣削”对话框中单击“确认”按钮，然后在系统弹出的“刀轨可视化”对话框中进行 2D 动态仿真。

Task6. 保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

3.6 平 面 铣

平面铣是使用边界来创建几何体的平面铣削方式，多用于粗加工，也可以为精加工作准备，还可以用于精加工零件表面和垂直于底平面的侧壁。与表面铣不同的是，平面铣是通过多层刀轨逐层切削材料来完成的，其中增加了切削层的设置，读者在学习时要重点关

注。下面以图 3.6.1 所示的零件介绍创建平面铣加工的一般步骤。

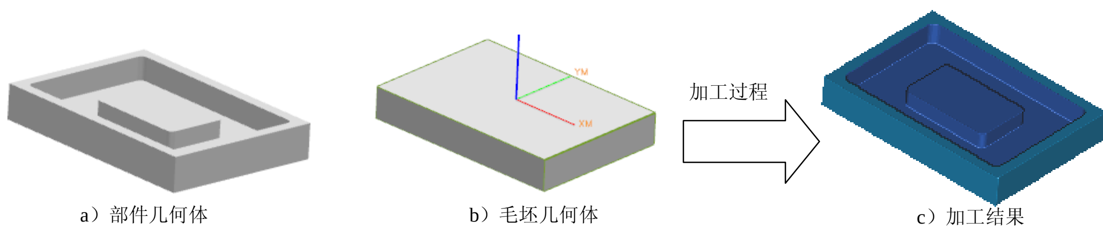


图 3.6.1　平面铣

Task1．打开模型文件并进入加工模块

打开文件 D:\ugnx7.9\work\ch03\ch03.06\planar_mill.prt，选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，设置加工环境为 mill planar 选项。

Task2．创建几何体

Stage1．创建机床坐标系

Step1．在操作导航器中将视图调整到几何视图状态，双击坐标系节点 MCS_MILL，系统弹出“Mill Orient”对话框。

Step2．创建机床坐标系。

设置机床坐标系与系统默认机床坐标系位置在 ZC 方向的偏距值为 30.0，如图 3.6.2 所示。

Stage2．创建安全平面

Step1．在“Mill Orient”对话框 间隙 区域的 安全设置选项 下拉列表中选择 平面 选项，单击“指定安全平面”按钮，系统弹出“平面构造器”对话框。

Step2．设置安全平面与图 3.6.3 所示的模型表面偏距值为 15.0。

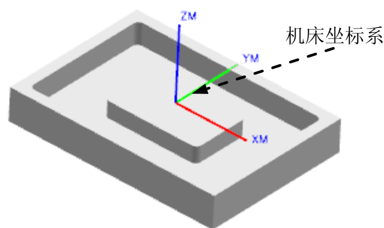


图 3.6.2　创建机床坐标系

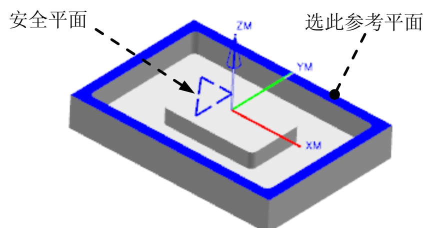


图 3.6.3　创建安全平面

Stage3．创建部件几何体

Step1．在操作导航器中双击 MCS_MILL 节点下的 WORKPIECE，在系统弹出的“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“部件几何体”对话框。

Step2. 在“部件几何体”对话框中选择 几何体 单选项，单击 全选 按钮，选取整个零件为部件几何体。

Stage4. 创建毛坯几何体

Step1. 在“铣削几何体”对话框中单击按钮，在系统弹出的“毛坯几何体”对话框中选择 自动块 单选项。

Step2. 单击 确定 按钮，系统返回到“铣削几何体”对话框。

Step3. 单击“铣削几何体”对话框中的 确定 按钮。

Stage5. 创建边界几何体

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 几何体(G)... 命令，系统弹出图 3.6.4 所示的“创建几何体”对话框。

Step2. 在“创建几何体”对话框 几何体子类型 区域中单击“MILL_BND”按钮，在 位置 区域的 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，采用系统默认的名称。

Step3. 单击“创建几何体”对话框中的 确定 按钮，系统弹出图 3.6.5 所示的“铣削边界”对话框。

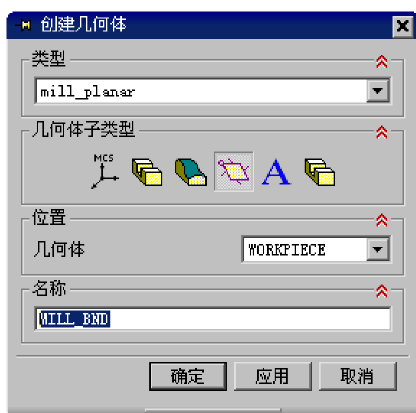


图 3.6.4 “创建几何体”对话框



图 3.6.5 “铣削边界”对话框

Step4. 单击“铣削边界”对话框 指定部件边界 右侧的按钮，系统弹出图 3.6.6 所示的“部件边界”对话框。

Step5. 单击“部件边界”对话框的“曲线边界”按钮，选择 材料侧 区域的 外部 单选项，在图形区选取曲线串 1（图 3.6.7）。

Step6. 单击 创建下一个边界 按钮，选择 材料侧 区域的 内部 单选项，在图形区选取曲线串 2（图 3.6.7）。

Step7. 单击 确定 按钮，完成边界的创建，返回到“部件边界”对话框。

Step8. 单击 指定底面 右侧的按钮，系统弹出“平面构造器”对话框，在图形区中选取

图 3.6.7 中所示底面参考。



图 3.6.6　“部件边界”对话框

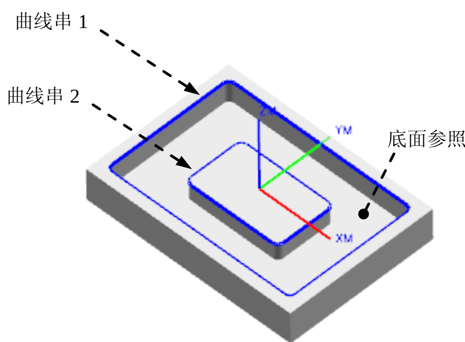


图 3.6.7　边界和底面参照

Step9. 单击确定按钮，完成底面的创建，返回到“部件边界”对话框。

Step10. 单击确定按钮，完成边界几何体的创建。

Task3. 创建刀具

Step1. 选择下拉菜单插入(S) → 刀具(T)...命令，系统弹出“创建刀具”对话框。

Step2. 确定刀具类型。选择刀具子类型区为，在名称文本框中输入刀具名称 D8R0，然后单击确定按钮，系统弹出“铣刀-5 参数”对话框。

Step3. 设置刀具参数。在“铣刀-5 参数”对话框尺寸区域的(D) 直径文本框中输入值 8.0，在(R1) 底圆角半径本框中输入值 0.0，其他参数采用系统默认设置，单击确定按钮，完成刀具的创建。

Task4. 创建平面铣操作

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单插入(S) → 操作(E)...命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 确定加工方法。在图 3.6.8 所示的“创建操作”对话框的类型下拉列表中选择mill_planar选项，在操作子类型区域中单击“PLANER MILL”按钮，在刀具下拉列表中选择D8R0 (Milling Tool-5 Parameters)选项，在几何体下拉列表中选择MILL_BND选项，在方法下拉列

表中选择METHOD选项，采用系统默认的名称。

Step3. 在“创建操作”对话框中单击 确定 按钮，系统弹出图 3.6.9 所示的“平面铣”对话框。

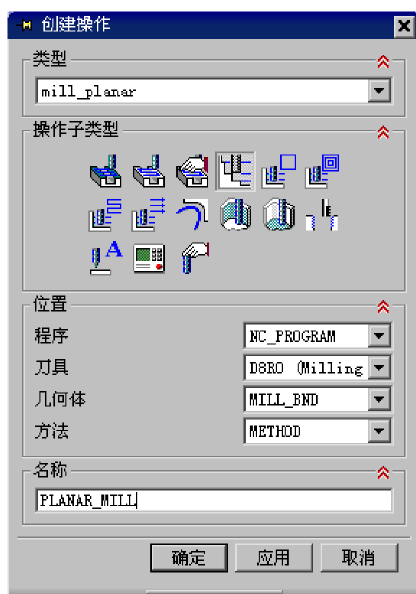


图 3.6.8 “创建操作”对话框



图 3.6.9 “平面铣”对话框

Stage2. 设置刀具路径参数

Step1. 设置一般参数。在 切削模式 下拉列表框中选择 跟随部件 选项，在 步距 下拉列表中选择 % 刀具平直 选项，在 平面直径百分比 文本框中输入值 50.0，其他参数采用系统默认设置。

Step2. 设置切削层。

（1）在“平面铣”对话框中单击“切削层”按钮，系统弹出图 3.6.10 所示的“切削深度参数”对话框。

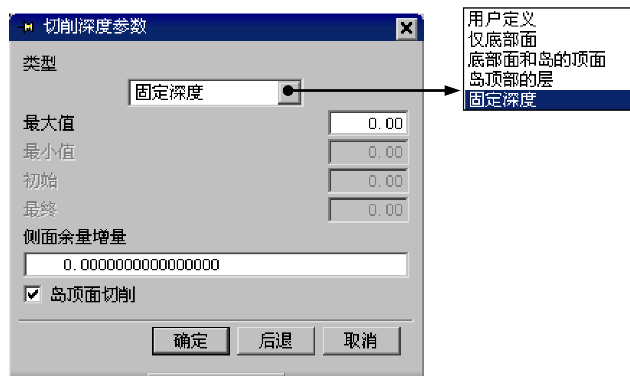


图 3.6.10 “切削深度参数”对话框

（2）在“切削深度参数”对话框 类型 下拉列表中选择 固定深度 选项，在 最大值 文本框中输入值 1.0，单击 确定 按钮，系统返回到“平面铣”对话框。

图 3.6.10 所示的“切削深度参数”对话框中部分选项说明如下：

- 类型：用于设置切削深度的定义方式。共有 5 个选项。
  - ☑ 用户定义：选择该选项可以激活“切削深度参数”对话框中的所有文本框，需要用户输入具体的数值来定义切削深度参数。
  - ☑ 仅底部面：选择该选项不会激活“切削深度参数”对话框中的任何文本框，系统仅在指定底平面上生成单个切削层。
  - ☑ 底部面和岛的顶面：选择该选项，系统不仅在指定底平面上生成单个切削层，并且会在零件中的每个岛屿顶部生成一条刀轨。
  - ☑ 岛顶部的层：选择该选项，系统会在零件中的每个岛屿顶部生成切削层，同时也会在底平面上生成切削层。由于此选项可以激活 初始 和 最终 文本框，所以该选项生成的刀轨可以完全移除每个切削层内的毛坯材料。
  - ☑ 固定深度：选择该选项，系统会以恒定的深度生成多个切削层。
- 最大值：用于设置初始层之后和最终层之前的每个切削层允许的最大切削深度。
- 最小值：用于设置初始层之后和最终层之前的每个切削层允许的最小切削深度。
- 初始：用于设置第一个切削层的切削深度。
- 最终：用于设置最后一个切削层的切削深度。
- 侧面余量增量：用于设置多层切削中连续层的侧面余量增加值，该选项常用在多层切削的粗加工操作中。设置此参数后，每个切削层移除材料的范围会随着侧面余量的递增而相应减少，如图 3.6.11 所示。当切削深度较大时，设置一定的侧面余量增量可以减轻刀具压力。

说明：读者可以打开文件 D:\ugnx7.9\work\ch03\ch03.06\planar_mill-sin.prt 查看图 3.6.11 所示的模型。



a）设置前　　b）设置后

图 3.6.11　设置侧面余量增量

Stage3．设置切削参数

Step1．在“平面铣”对话框中单击“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话

框。

Step2. 在“切削参数”对话框中单击 余量 选项卡，在 部件余量 文本框中输入值 0.5。

Step3. 在“切削参数”对话框中单击 拐角 选项卡，在 光顺 下拉列表中选择 所有刀路 选项。

Step4. 在“切削参数”对话框中单击 连接 选项卡，设置图 3.6.12 所示的参数。

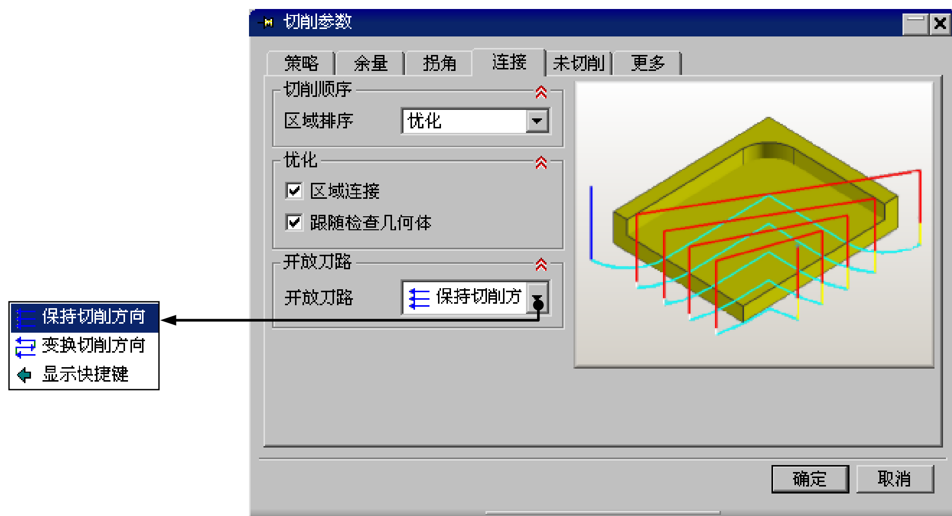


图 3.6.12 “连接”选项卡

图 3.6.12 所示的“切削参数”对话框“连接”选项卡部分选项说明如下：

- ☑ 跟随检查几何体 复选框：选中该复选框后，刀具将沿“检查”几何体进行切削。
- 开放刀路：用于创建在“跟随部件”切削模式中转换开放的刀路类型。
  - ☑ 保持切削方向：保持切削方向不变。
  - ☑ 变换切削方向：在切削过程中，切削方向可以改变。
- ☑ 短距离移动上的进给：只有当选择 变换切削方向 选项时，此选项才可用，选中该复选框时 最大移刀距离 文本框可用，在文本框中设置变换切削方向时的最大移刀距离。

Step5. 在“切削参数”对话框中单击 确定 按钮，系统返回到“平面铣”对话框。

Stage4. 设置非切削移动参数

Step1. 在“平面铣”对话框 刀轨设置 区域中单击“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2. 单击“非切削移动”对话框中的 退刀 选项卡，其参数设置如图 3.6.13 所示，其他选项卡中参数设置采用系统的默认值，单击 确定 按钮完成非切削移动参数的设置。

Stage5. 设置进给和速度

Step1. 单击“平面铣”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

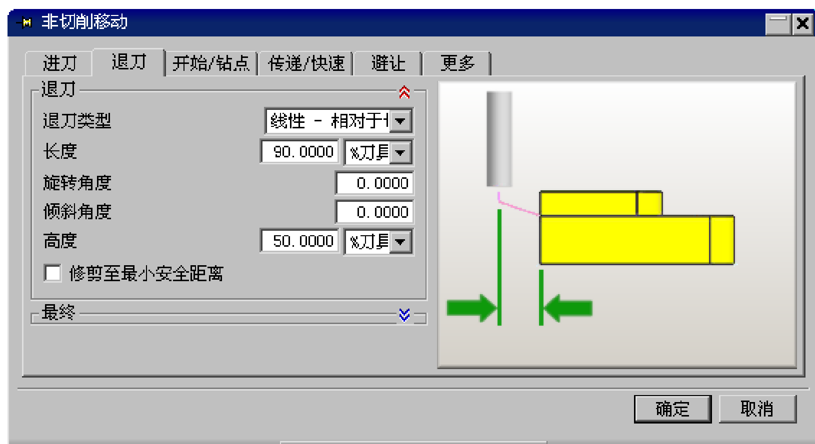


图 3.6.13　“退刀”选项卡

Step2. 选中“进给和速度”对话框主轴速度区域中的 主轴速度 (rpm)复选框，在其后的文本框中输入值 3000.0，在进给率区域的剪切文本框中输入值 800.0，其他参数采用系统默认设置值。

Step3. 单击“进给和速度”对话框中的确定按钮。

Task5. 生成刀路轨迹并仿真

Step1. 在“平面铣”对话框中单击“生成”按钮，在图形区中生成图 3.6.14 所示的刀路轨迹。

Step2. 使用 2D 动态仿真。完成仿真后的模型如图 3.6.15 所示。

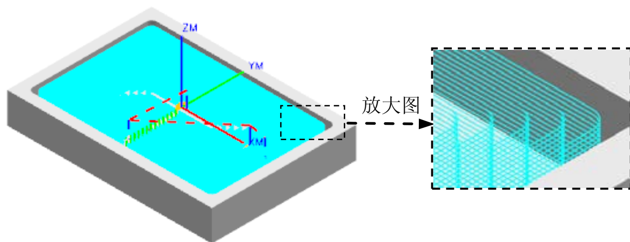


图 3.6.14　刀路轨迹

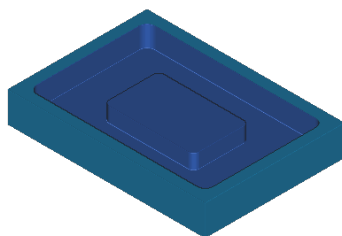


图 3.6.15　2D 仿真结果

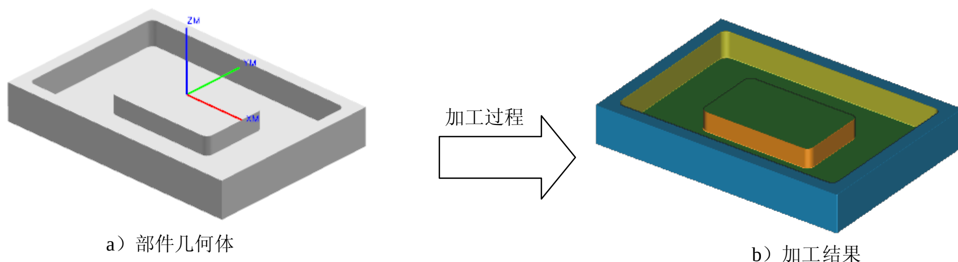
Task6. 保存文件

选择下拉菜单文件(F) → 保存(S)命令，保存文件。

3.7　平面轮廓铣

平面轮廓铣是平面铣操作中比较常用的铣削方式之一，通俗地来讲就是轮廓铣削的平

面铣，不同之处在于平面轮廓铣不需要指定切削驱动方式，而是通过指定切削部件和切削的底面来实现切削的。平面轮廓铣多用于修边和精加工处理。下面以图 3.7.1 所示的零件来介绍创建平面轮廓铣加工的一般步骤。



a）部件几何体　　b）加工结果

图 3.7.1　平面轮廓铣

Task1．打开模型

打开文件 D:\ugnx7.9\work\ch03\ch03.07\planer_profile.prt，系统自动进入加工模块。

说明： 本节模型是利用上节的模型继续加工的，所以工件坐标系等沿用模型文件中创建的。

Task2．创建刀具

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出“创建刀具”对话框。

Step2. 确定刀具类型。在“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_planar 选项，在 刀具子类型 区域中单击“MILL”按钮，在 位置 区域 刀具 下拉列表中选择 GENERIC_MACHINE 选项，在 名称 文本框中输入 D10R0，单击 确定 按钮，系统弹出“铣刀-5 参数”对话框。

Step3. 在“铣刀-5 参数”对话框中设置图 3.7.2 所示的刀具参数，单击 确定 按钮，完成刀具参数的设置。

Task3．创建平面轮廓铣操作

Stage1．创建操作

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 确定加工方法。在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_planar 选项，在 操作子类型 区域中单击“PLANAR_ PROFILE”按钮，在 刀具 下拉列表中选择 D10R0 (Milling Tool-5 Parameters) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在 方法 下拉列表中选择 METHOD 选项，采用系统默认的名称，如图 3.7.3 所示。

Step3. 在“创建操作”对话框中单击 确定 按钮，此时，系统弹出图 3.7.4 所示的“平面轮廓”对话框。

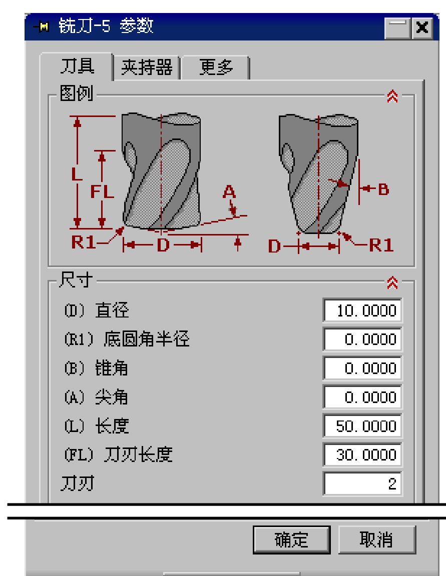


图 3.7.2　“铣刀-5 参数”对话框

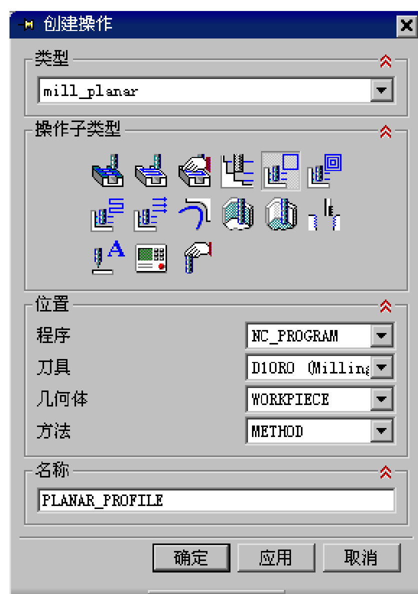


图 3.7.3　“创建操作”对话框

Step4. 创建部件边界。在“平面轮廓”对话框 几何体 区域中单击按钮，系统弹出图 3.7.5 所示的“边界几何体”对话框，在 模式 下拉列表中选择 曲线/边... 选项，系统弹出图 3.7.6 所示的“创建边界”对话框，在 材料侧 下拉列表中选择 内部 选项，其他参数采用默认选项。

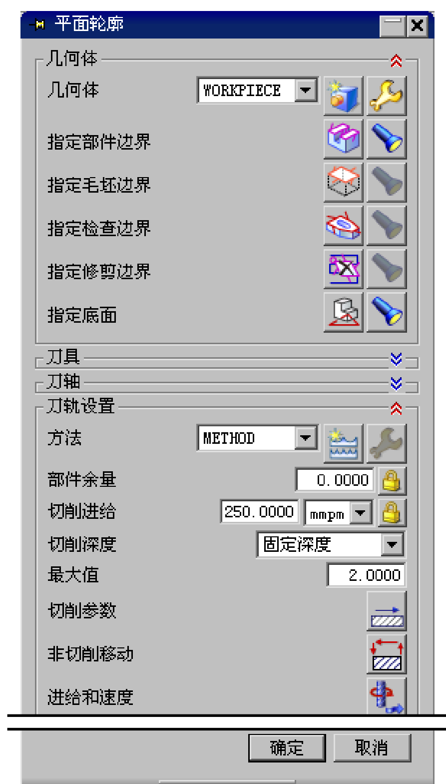


图 3.7.4　“平面轮廓”对话框



图 3.7.5　“边界几何体”对话框

图 3.7.4 所示的“平面轮廓”对话框中部分选项说明如下：

- ：用于创建完成后部件几何体的边界。
- ：用于创建毛坯几何体的边界。
- ：用于创建不希望破坏几何体的边界，比如夹具等。
- ：可以指定修剪边界进一步约束切削区域的边界。
- ：用于创建底部面最低的切削层。

图 3.7.5 所示的“边界几何体”对话框中部分选项说明如下：

- 模式下拉列表：提供了四种选择边界的方法。
- 名称：可以在该文本框中输入边界几何体的名称。
- 材料侧：该下拉列表中的选项用于指定部件的材料处于边界几何体的哪一侧。
- ☑ 忽略孔：选中该复选框后，系统将忽略用户创建边界面上的孔。
- ☑ 忽略岛：选中该复选框后，系统将忽略用户创建边界面上的岛。
- ☑ 忽略倒斜角：选中该复选框后，系统将忽略用户创建边界面上的倒角及圆角。
- 凸边：用于设置刀具沿着所选面的凸边边界的位置。
  - ☑ 对中：使刀位处于凸边边界的上。
  - ☑ 相切：使刀位与凸边边界相切。
- 凹边：此选项与“凸边”功能相同。

Step5. 在零件模型上选取图 3.7.7 所示的边线串 1 为几何体边界，单击“创建边界”对话框中的 创建下一个边界 按钮，在 材料侧 下拉列表中选择 外部 选项，选取图 3.7.7 所示的边线串 2 为几何体边界，单击 确定 按钮，系统返回到“边界几何体”对话框，

Step6. 单击 确定 按钮，系统返回到“平面铣”对话框，完成部件边界的创建。

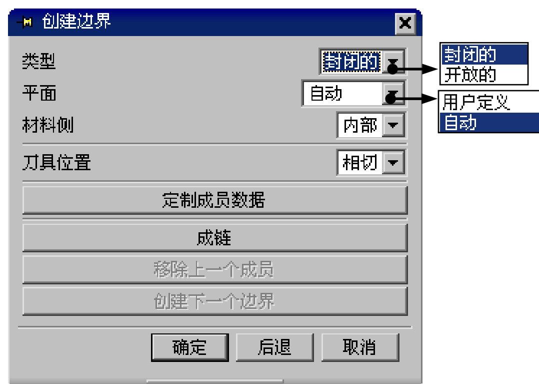


图 3.7.6 “创建边界”对话框

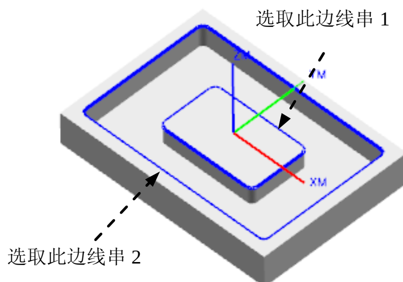


图 3.7.7 创建边界

图 3.7.6 所示的“创建边界”对话框中部分选项说明如下：

- 类型：用于创建边界的类型，包括封闭的和开放的两种类型。
  - ☑ 封闭的：一般创建的是一个加工区域，可以通过选择线和面的方式来创建加工区域。

☑ 开放的：一般创建的是一条加工轨迹，通常是通过选择加工曲线创建加工区域。

- 平面：用于创建工作平面，可以通过用户创建，也可以通过系统自动选择。

☑ 用户定义：可以通过手动的方式选择模型现有的平面或者通过构建的方式创建平面。

☑ 自动：系统自动寻找比较理想的工作平面，通常系统指定的是 XZ-YZ 平面。

- 材料侧：用于指定边界哪一侧的材料被保留。
- 刀具位置：刀具位置决定刀具在逼近边界成员时将如何放置。可以为边界成员指定两种刀位，对中或相切。
- 成链按钮：在选择“曲线、边”选项时，选择起始边和终止边的时候，可以通过单击该按钮，构成连续曲线而形成边界。

Step7. 在“平面轮廓”对话框中单击按钮，系统弹出图 3.7.8 所示的“平面构造器”对话框，在过滤器下拉列表中选择任意选项。

Step8. 在模型上选取图 3.7.9 所示的模型平面，在偏置文本框中输入值－20.0，单击确定按钮，完成底平面的创建。

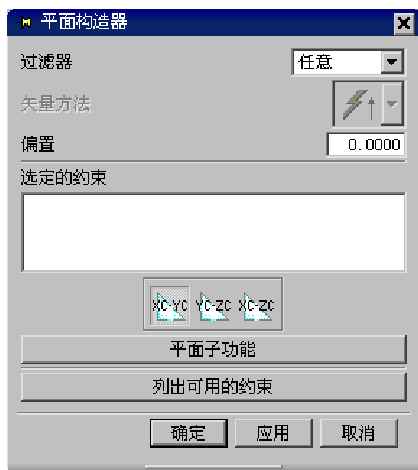


图 3.7.8　“平面构造器”对话框

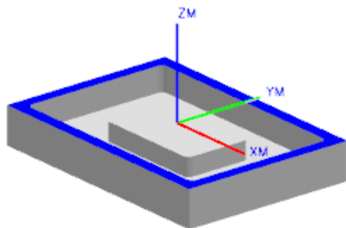


图 3.7.9　创建底平面

说明：如果在 Step2 中几何体选择MILL_BND选项，就会继承MILL_BND边界几何体中所定义的边界和底面，那么 Step3——Step8 步骤就不需要执行了。这里采用 Step3——Step8 的操作是为了说明相关选项的含义和用法。

Stage2．显示刀具和几何体

Step1. 显示刀具。在刀具区域中单击“编辑/显示”按钮，系统会弹出“铣刀-5 参数”对话框，同时在绘图区会显示当前刀具的形状及大小，单击确定按钮。

Step2. 显示几何体边界。在指定部件边界区域中单击“显示”按钮，在绘图区会显示当前创建的几何体边界。

Stage3. 创建刀具路径参数

Step1. 在部件余量文本框中输入值 0.0，在切削进给文本框中输入值 250.0，在其后的下拉列表中选择mmpm选项。

Step2. 在切削深度下拉列表中选择固定深度选项，在最大值文本框中输入值 2.0，其他参数采用系统默认设置。

Stage4. 设置切削参数

Step1. 单击“平面轮廓”对话框中的“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中单击策略选项卡，设置参数如图 3.7.10 所示。

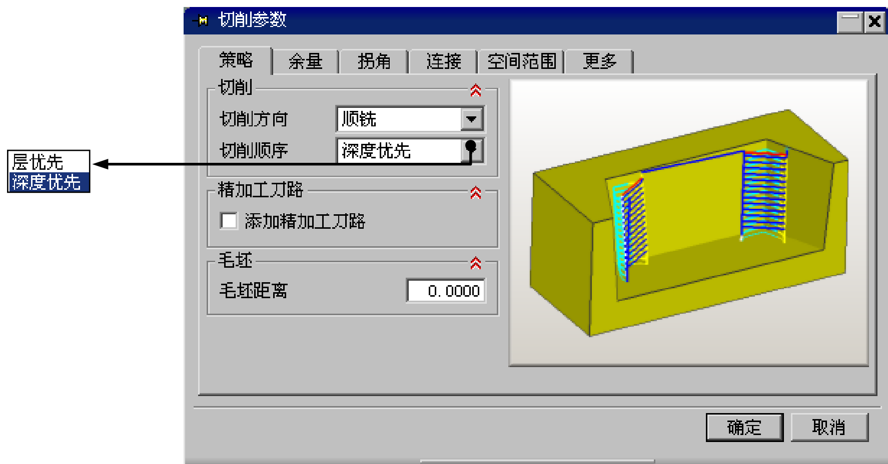


图 3.7.10 “策略”选项卡

图 3.7.10 所示的“策略”选项卡中部分选项说明如下：

深度优先：是切削完工件上某个区域的所有切削层后，再进入下一切削区域进行切削。

层优先：是将全部切削区域中的同一高度层切削完后，再进行下一个切削层的切削。

Step3. 在“切削参数”对话框中单击连接选项卡，在切削顺序区域的区域排序下拉列表中选择标准选项。

Step4. 在“切削参数”对话框中单击余量选项卡，采用系统默认参数设置，单击确定按钮，系统返回到“平面轮廓”对话框。

Stage5. 设置非切削移动参数

Step1. 单击“平面轮廓”对话框中的“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2. 单击“非切削移动”对话框中的进刀选项卡，设置图 3.7.11 所示的参数，单击确定按钮完成非切削移动参数的设置。

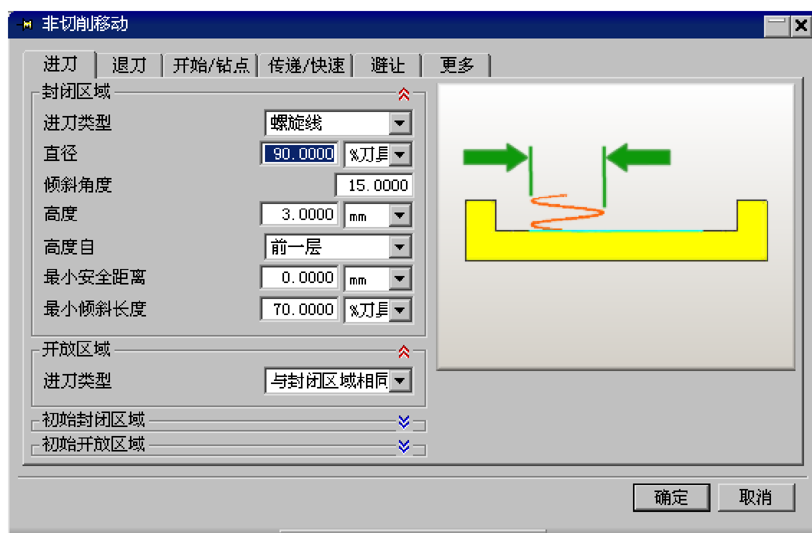


图 3.7.11　“非切削移动”对话框

Stage6．设置进给和速度

Step1．单击“平面轮廓”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．在“进给和速度”对话框中选中 主轴速度（rpm）复选框，然后在其下的文本框中输入值 2000.0，在剪切文本框中输入值 250.0，其他参数的设置如图 3.7.12 所示。

Step3．单击确定按钮，完成进给和速度的设置，系统返回到“平面轮廓”对话框。

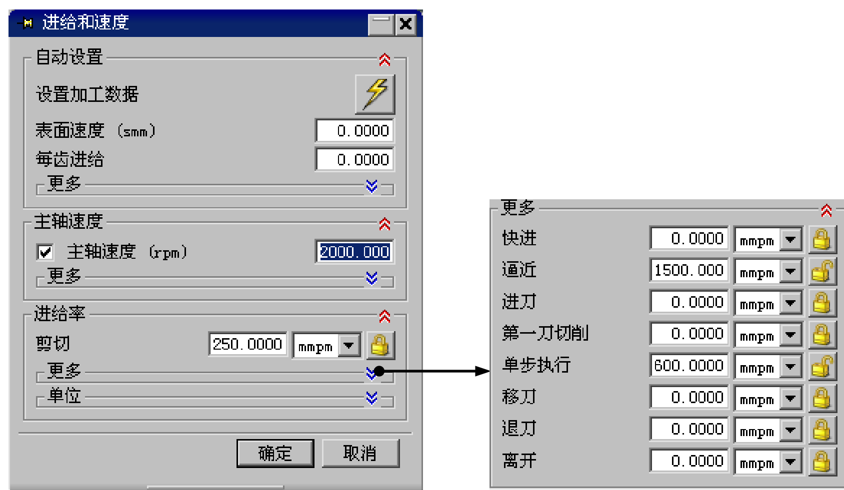


图 3.7.12　“进给和速度”对话框

Task4．生成刀路轨迹并仿真

Step1．在“平面轮廓”对话框中单击“生成”按钮，在图形区中生成图 3.7.13 所示的刀路轨迹。

Step2. 在图形区通过旋转、平移、放大视图，再单击“重播”按钮重新显示路径。可以从不同角度对刀路轨迹进行查看，以判断其路径是否合理。

Step3. 在“平面轮廓”对话框中单击“确认”按钮，系统弹出图 3.7.14 所示的“刀轨可视化”对话框。

Step4. 使用 2D 动态仿真。在“刀轨可视化”对话框中单击 2D 动态 选项卡，采用系统默认设置，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可演示刀具按刀轨运行，完成演示后的模型如图 3.7.15 所示，仿真完成后单击 确定 按钮，完成操作。



图 3.7.14　“刀轨可视化”对话框

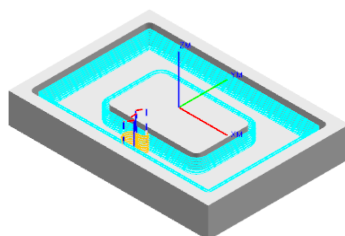


图 3.7.13　刀路轨迹

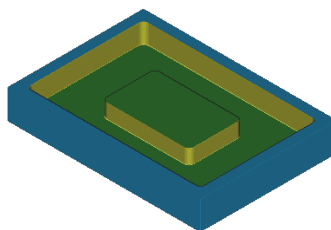


图 3.7.15　2D 仿真结果

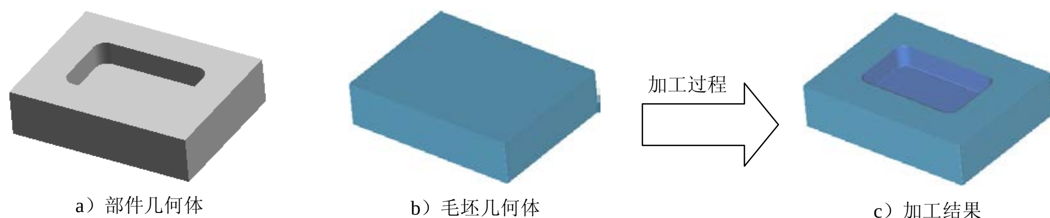
Task5．保存文件

选择下拉菜单 文件(F) ➡ 保存(S) 命令，保存文件。

3.8　粗加工跟随铣

粗加工跟随铣就是采用了“跟随部件”切削模式和“粗加工”方法的平面铣。它和平面铣一样能够加工零件的表面和直壁，也是通过逐层切削材料来完成加工的。

下面以图 3.8.1 所示的零件来介绍创建粗加工跟随铣的一般创建步骤。



a）部件几何体　　b）毛坯几何体　　c）加工结果

图 3.8.1　粗加工跟随铣

Task1．打开模型文件并进入加工模块

Step1．打开文件 D:\ugnx7.9\work\ch03\ch03.08\rough_follow.prt。

Step2．进入加工环境。选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，在系统弹出的“加工环境”对话框要创建的 CAM 设置列表框中选择mill_planar选项，然后单击 确定 按钮，进入加工环境。

Task2．创建几何体

Stage1．创建机床坐标系和安全平面

Step1．在操作导航器中进入几何视图状态，双击节点 MCS_MILL，系统弹出“Mill Orient”对话框。

Step2．创建机床坐标系

（1）单击“Mill Orient”对话框机床坐标系区域中的“CSYS 会话”按钮，系统弹出“CSYS”对话框。

（2）在类型下拉列表中选择 动态 选项，单击 操控器 区域中的“点对话框”按钮，在系统弹出的“点”对话框的 XC 文本框中输入值 0.0，在 YC 文本框中输入值 0.0，在 ZC 文本框中输入值 20.0，然后单击“点”对话框中的 确定 按钮，完成图 3.8.2 所示的机床坐标系的创建。此时，系统返回到“CSYS”对话框，单击“CSYS”对话框中的 确定 按钮，系统返回到“Mill Orient”对话框。

Step3．创建安全平面。

（1）在“Mill Orient”对话框间隙区域的安全设置选项下拉列表中选择 平面 选项，单击“选择安全平面”按钮，系统弹出“平面构造器”对话框。

（2）选取图 3.8.3 所示的平面，在 偏置 文本框中输入值 10.0，单击 确定 按钮，系统返回到“Mill Orient”对话框，完成安全平面的创建，如图 3.8.4 所示。

（3）单击“Mill Orient”对话框中的 确定 按钮。

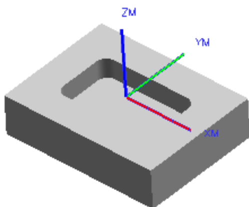


图 3.8.2　机床坐标系

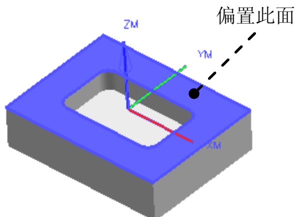


图 3.8.3　选取偏置面

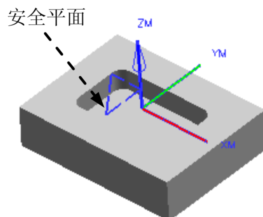


图 3.8.4　创建安全平面

Stage2．创建部件几何体

Step1．在操作导航器中单击 MCS_MILL 节点前的“+”，双击节点 WORKPIECE，系统弹出

"铣削几何体"对话框。

Step2. 选取部件几何体。在"铣削几何体"对话框中单击按钮，系统弹出"部件几何体"对话框。

Step3. 在"部件几何体"对话框中选择 几何体 单选项，单击 全选 按钮，系统自动选取全部零件为部件几何体。

Step4. 在"部件几何体"对话框中单击 确定 按钮，完成部件几何体的创建，同时系统返回到"铣削几何体"对话框。

Stage3. 创建毛坯几何体

Step1. 在"铣削几何体"对话框中单击按钮，系统弹出"毛坯几何体"对话框。

Step2. 确定毛坯几何体。在 选择选项 区域选择 自动块 单选项，单击 确定 按钮，完成毛坯几何体的创建。

Step3. 单击"铣削几何体"对话框中的 确定 按钮。

Task3. 创建刀具

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出"创建刀具"对话框。

Step2. 在"创建刀具"对话框 类型 下拉列表中选择 mill_planar 选项，在 刀具子类型 区域中单击"MILL"按钮，在 名称 文本框中输入刀具名称 D10，单击 确定 按钮，系统弹出 "铣刀-5 参数"对话框。

Step3. 在"铣刀-5 参数"对话框 (D) 直径 文本框中输入值 10.0，对话框中的 刀具号 文本框中输入值 1，其他参数采用系统默认设置，单击 确定 按钮完成刀具的设置。

Task4. 创建跟随粗铣操作

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出"创建操作"对话框。

Step2. 确定加工方法。在"创建操作"对话框 类型 下拉列表中选择 mill_planar 选项，在 操作子类型 区域中单击"ROUGH_FOLLOW"按钮，在 程序 下拉列表中选择 PROGRAM 选项，在 刀具 下拉列表中选择 D10 (Milling Tool-5 Parameters) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在 方法 下拉列表中选择 MILL_ROUGH 选项，采用系统默认的名称。

Step3. 单击"创建操作"对话框中的 确定 按钮，系统弹出图 3.8.5 所示的"跟随轮廓粗加工"对话框。

Stage2. 指定切削区域

Step1. 指定部件边界。

（1）单击“跟随轮廓粗加工”对话框中的“指定部件边界”按钮，系统弹出“边界几何体”对话框。

（2）在“边界几何体”对话框的模式下拉列表中选择曲线/边...选项，系统弹出“创建边界”对话框，在对话框材料侧下拉列表中选择外部选项，其他参数采用系统默认选项，在模型中选取图 3.8.6 所示的边线为边界，单击确定按钮，返回到“边界几何体”对话框，然后单击确定按钮。

Step2. 指定底面。单击“跟随轮廓粗加工”对话框中的“指定底面”按钮，系统弹出“平面构造器”对话框，在模型中选取图 3.8.7 所示的面为底面，单击确定按钮，返回到“跟随轮廓粗加工”对话框。



图 3.8.5　“跟随轮廓粗加工”对话框

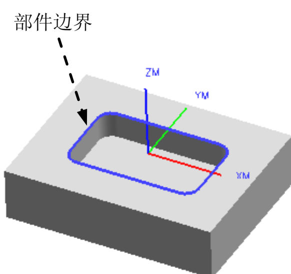


图 3.8.6　指定部件边界

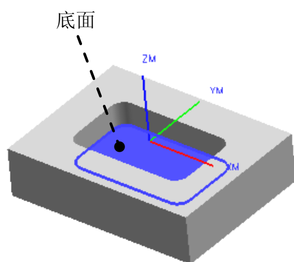


图 3.8.7　指定底面

Stage3．设置切削参数

Step1. 单击“跟随轮廓粗加工”对话框中的“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 单击“切削参数”对话框中的余量选项卡，在部件余量文本框中输入值 0.5。

Step3. 其他参数采用系统默认设置，单击确定按钮，返回到“跟随轮廓粗加工”对话框。

Stage4．设置非切削移动参数

Step1. 单击“跟随轮廓粗加工”对话框中的“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2. 单击“非切削移动”对话框中的 进刀 选项卡，在 进刀类型 下拉列表中选择 螺旋线 选项，在 开放区域 区域的 进刀类型 下拉列表中选择 圆弧 选项。

Step3. 其他参数采用系统默认设置，单击 确定 按钮，返回到“跟随轮廓粗加工”对话框。

Stage5．设置进给和速度

Step1. 在“跟随轮廓粗加工”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 在“进给和速度”对话框中选中 ☑ 主轴速度 (rpm) 复选框，然后在其下的文本框中输入值 1200.0，在 剪切 文本框中输入值 500.0，在 进刀 文本框中输入值 200.0，其他选项采用系统默认参数设置。

Step3. 单击 确定 按钮，完成进给和速度的设置，系统返回“跟随轮廓粗加工”对话框。

Task5．生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 3.8.8 所示，2D 动态仿真加工后的零件模型如图 3.8.9 所示。

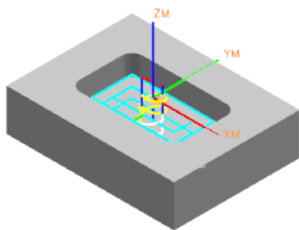


图 3.8.8　刀路轨迹

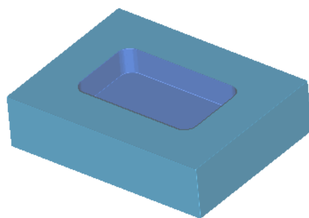


图 3.8.9　2D 仿真结果

Task6．保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

3.9　精铣侧壁

精铣侧壁是仅仅用于侧壁加工的一种平面切削方式，要求侧壁和底平面相互垂直，并且要求加工表面和底面相互平行，加工的侧壁是加工表面和底面之间的部分。下面介绍创

建精铣侧壁加工的一般步骤。

Task1．打开模型

打开文件 D:\ugnx7.9\work\ch03\ch03.09\finish_walls.prt，系统自动进入加工模块。

Task2．创建精铣侧壁操作

Stage1．创建几何体边界

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．确定加工方法。在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_planar 选项，在 操作子类型 区域中单击“FINISH_WALLS”按钮，在 程序 下拉列表中选择 PROGRAM 选项，在 刀具 下拉列表中选择 D15R0 (Milling Tool-5 Parameters) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在 方法 下拉列表中选择 MILL_FINISH 选项，采用系统默认的名称 FINISH_WALLS，如图 3.9.1 所示。

Step3．在“创建操作”对话框中单击 确定 按钮，系统弹出图 3.9.2 所示的“精加工壁”对话框，在 几何体 区域中单击“选择或编辑部件边界”按钮，系统弹出“边界几何体”对话框。

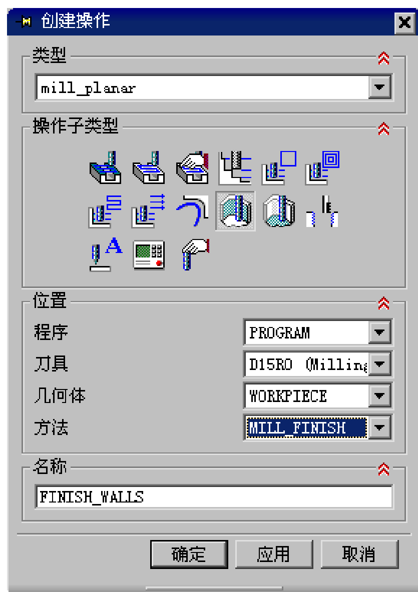


图 3.9.1　“创建操作”对话框



图 3.9.2　“精加工壁”对话框

Step4. 在“边界几何体”对话框材料侧下拉列表中选择外部选项，在模式下拉列表中选择曲线/边...选项，系统弹出“创建边界”对话框。

Step5. 创建边界几何体。在零件模型上选取图 3.9.3 所示的边线 1，单击创建下一个边界按钮，分别选取边线 2、边线 3、边线 4 和边线 5，(注意：每当选取一条边线后，都必须单击创建下一个边界按钮)选取完成后在“创建边界”对话框中单击确定按钮，完成边界几何体的创建，系统返回到“边界几何体”对话框，单击确定按钮，系统返回到“精加工壁”对话框。

Step6. 在“精加工壁”对话框几何体区域中单击“选择或编辑底平面几何体”按钮，系统弹出“平面构造器”对话框，在过滤器下拉列表中选择任意选项。

Step7. 选取图 3.9.4 所示的面为参考平面，然后在“平面构造器”对话框中采用系统默认参数设置，单击确定按钮，完成底平面的创建。

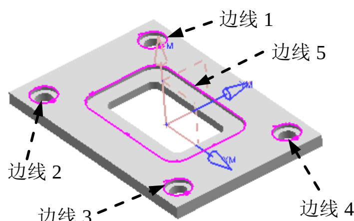


图 3.9.3 创建边界几何体

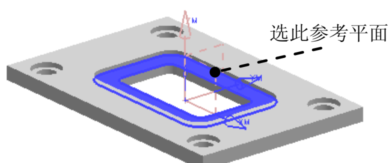


图 3.9.4 创建底平面

Stage2. 显示刀具和几何体

Step1. 显示刀具。在刀具区域中单击“编辑/显示”按钮，系统弹出“铣刀-5 参数”对话框，同时在绘图区显示当前刀具的形状及其大小，然后在弹出的对话框中单击确定按钮。

Step2. 显示几何体。在指定部件边界区域中单击“显示”按钮，在绘图区会显示当前的部件几何体边界。

Stage3. 创建刀具路径参数

在刀轨设置区域切削模式下拉列表中采用系统默认的轮廓选项，在步距下拉列表中选择% 刀具平直选项，在平面直径百分比文本框输入值 50.0，其他参数采用系统默认设置。

Stage4. 设置切削深度参数

Step1. 在刀轨设置区域中单击“切削层”按钮，系统弹出图 3.9.5 所示的“切削深度参数”对话框。

Step2. 在类型下拉列表中选择仅底部面选项，单击该对话框中的确定按钮，完成切削深度参数的设置。

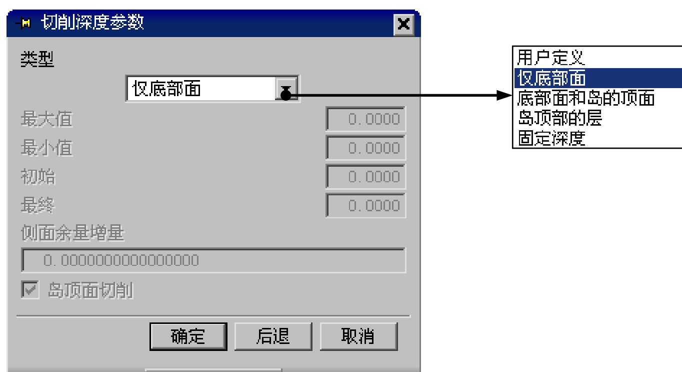


图 3.9.5 “切削深度参数”对话框

图 3.9.5 所示的“切削深度参数”对话框 类型 下拉列表中各选项说明如下：

- 用户定义：选择此选项时，该对话框中的所有文本框均被激活，此时用户可以进行切削深度参数的设置。
- 仅底部面：仅在“底平面”上生成单个切削层，选择此选项时，该对话框中的所有文本框均不可用。
- 底部面和岛的顶面：在底平面上生成单个切削层，接着在每个岛顶部生成一条清理刀路，选择此选项时，该对话框中的所有文本框均不可用。
- 岛顶部的层：在每个岛的顶部生成一个平面切削层，接着在“底平面”生成单个切削层，选择此选项时，该对话框中的 初始 、 最终 以及 侧面余量增量 文本框可用。
- 固定深度：用于分多层切削，给定一个最大深度值，除了最后一层可能小于最大切削深度外，其他层都等于最大深度值，选择此选项时，该对话框中的 最大值 和 侧面余量增量 文本框可用， 岛顶面切削 复选框亮显。

Stage5. 设置切削参数

Step1. 在 刀轨设置 区域中单击“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中单击 连接 选项卡，参数设置如图 3.9.6 所示。

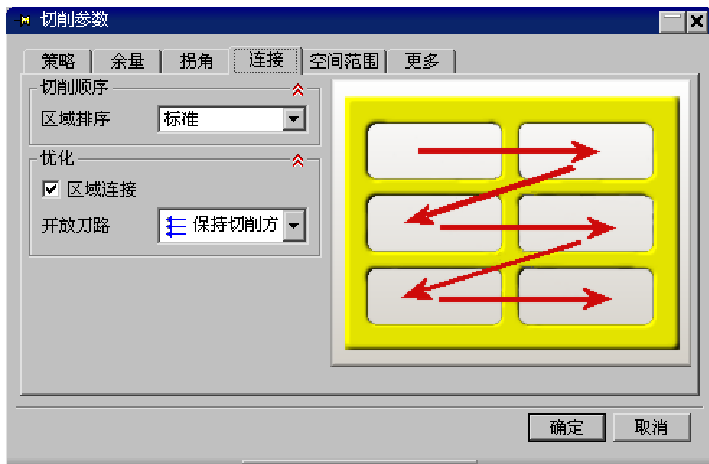


图 3.9.6 “连接”选项卡

Step3. 在“切削参数”对话框中单击空间范围选项卡，在处理中的工件下拉列表中选择使用 2D IPW选项，然后单击确定按钮，系统返回到“精加工壁”对话框。

Stage6. 设置非切削移动参数

Step1. 在刀轨设置区域中单击“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2. 单击“非切削移动”对话框中的进刀选项卡，参数设置如图 3.9.7 所示，其他选项卡中的参数设置采用系统的默认值，单击确定按钮完成非切削移动参数的设置。

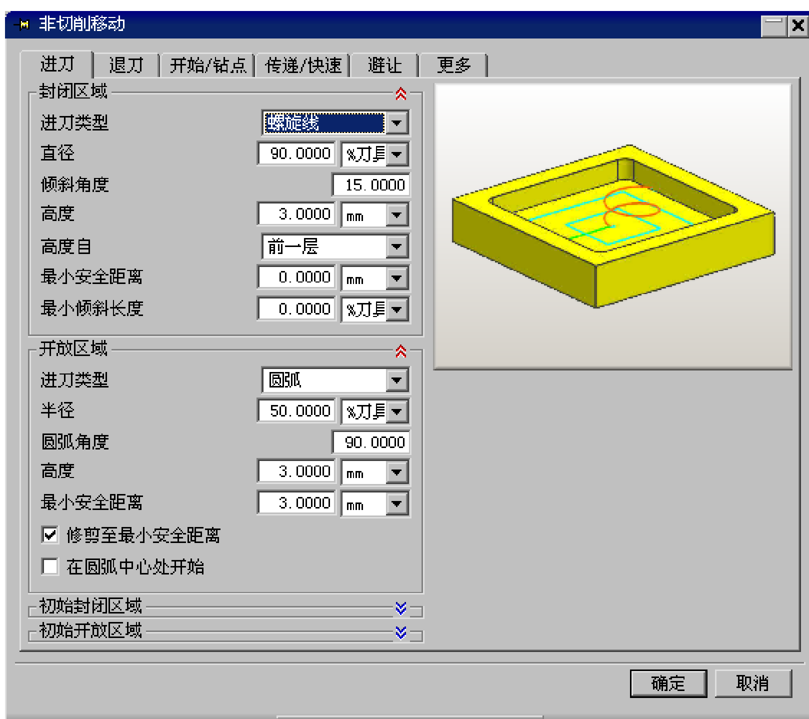


图 3.9.7 “进刀”选项卡

Stage7. 设置进给和速度

Step1. 在“精加工壁”对话框刀轨设置区域中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 在“进给和速度”对话框中选中☑ 主轴速度 (rpm)复选框，然后在其后的文本框输入值 1000.0，在剪切文本框中输入值 250.0，其他参数采用系统默认设置。

Step3. 单击“进给和速度”对话框中的确定按钮，完成切削参数的设置。

Task3. 生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 3.9.8 所示，2D 动态仿真加工后的零件模型如图 3.9.9 所示。

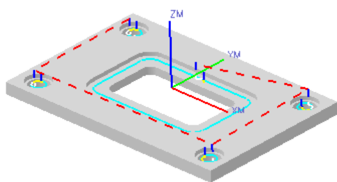


图 3.9.8　刀路轨迹

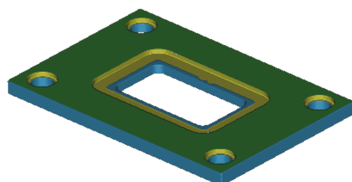


图 3.9.9　2D 仿真结果

Task4．保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

3.10　精 铣 底 面

精铣底面是一种只切削底平面的切削方式，在系统默认的情况下是以刀具的切削刃和部件边界相切来进行切削的，对于有直角边的部件一般情况下是切削不完整的，必须设置刀具偏置，多用于底面的精加工。下面介绍创建精铣底面加工的一般步骤。

Task1．打开模型

打开文件 D:\ugnx7.9\work\ch03\ch03.10\finish_floor.prt，系统自动进入加工模块。

Task2．创建精铣底面操作

Stage1．创建边界几何体

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．确定加工方法。在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_planar 选项，在 操作子类型 区域单击“FINISH_FLOOR”按钮，在 程序 下拉列表中选择 PROGRAM 选项，在 刀具 下拉列表中选择 D8R0 (Milling Tool-5 Parameters) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在 方法 下拉列表中选择 MILL_FINISH 选项，采用系统默认的名称 FINISH_FLOOR，如图 3.10.1 所示。

Step3．在“创建操作”对话框中单击 确定 按钮，系统弹出图 3.10.2 所示的“精加工底部面”对话框，在 几何体 区域中单击“选择或编辑部件边界”按钮，系统弹出“边界几何体”对话框。

Step4．在“边界几何体”对话框 材料侧 下拉列表中选择 外部 选项，在 模式 下拉列表中选择 曲线/边... 选项，系统弹出“创建边界”对话框。

Step5．创建边界几何体。在零件模型上选取图 3.10.3 所示的边线 1，单击 创建下一个边界 按钮，依次选取边线 2、边线 3、边线 4 和边线 5，（注意：

每当选取一条边线后，都必须单击 创建下一个边界 按钮）选取完成后在“创建边界”对话框中单击 确定 按钮，完成边界几何体的创建，系统返回到“边界几何体”对话框，单击 确定 按钮，系统返回到“精加工底部面”对话框。



图 3.10.1 “创建操作”对话框



图 3.10.2 “精加工底部面”对话框

Step6. 在“精加工底部面”对话框 几何体 区域中单击“选择或编辑底平面几何体”按钮，系统弹出“平面构造器”对话框，在 过滤器 下拉列表中选择 任意 选项。

Step7. 选取图 3.10.4 所示的底面参照面，然后在“平面构造器”对话框中采用系统默认参数设置，单击 确定 按钮，完成底平面的创建。

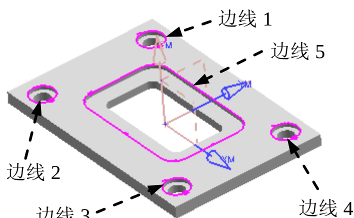


图 3.10.3 创建边界几何体

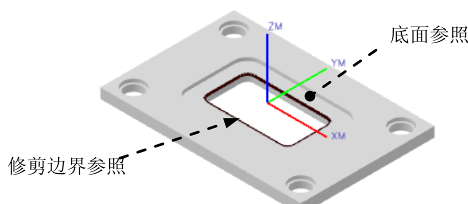


图 3.10.4 创建底平面

Stage2. 创建修剪边界几何体

Step1. 在 几何体 区域中单击 指定修剪边界 右侧的“选择或编辑修剪边界”按钮，系统弹

出“边界几何体”对话框。

Step2. 在“边界几何体”对话框修剪侧下拉列表中选择内部选项，在凸边下拉列表中选择对中选项，在模式下拉列表中选择曲线/边...选项，系统弹出“创建边界”对话框。

Step3. 在图形区选取图 3.10.4 所示的修剪边界参照，单击确定按钮，系统返回到“边界几何体”对话框，单击确定按钮，系统返回到“精加工底部面”对话框。

Stage3. 设置刀具路径参数

在刀轨设置区域切削模式下拉列表中选择跟随周边选项，在步距下拉列表中选择% 刀具平直选项，在平面直径百分比文本框中输入值 50.0，其他参数采用系统默认设置。

Stage4. 设置切削参数

Step1. 在刀轨设置区域中单击“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中单击拐角选项卡，参数设置如图 3.10.5 所示。

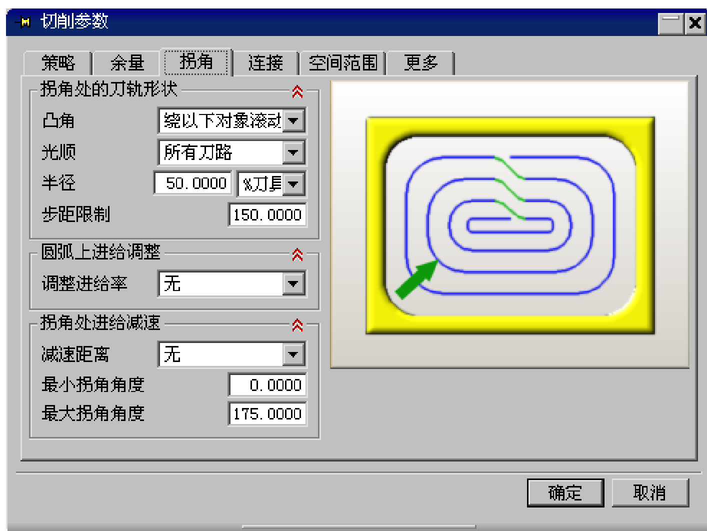


图 3.10.5　“拐角”选项卡

Step3. 在“切削参数”对话框中单击空间范围选项卡，在处理中的工件下拉列表中选择使用 2D IPW选项，单击确定按钮，系统返回到“精加工底部面”对话框。

Stage5. 设置非切削移动参数

Step1. 在刀轨设置区域中单击“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2. 单击“非切削移动”对话框中的进刀选项卡，其参数的设置如图 3.10.6 所示，其他选项卡中的参数设置采用系统的默认值，单击确定按钮，完成非切削移动参数的设置。

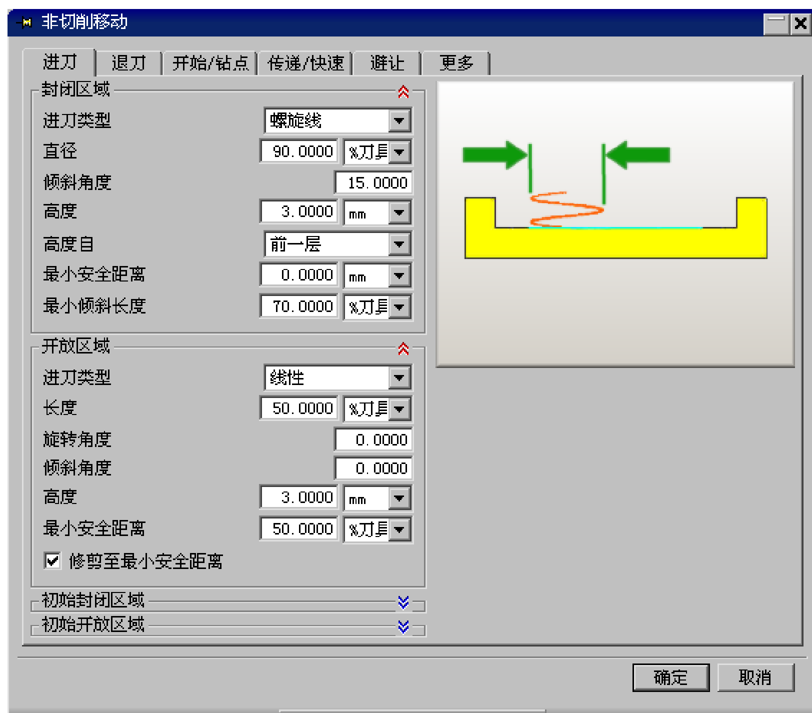


图 3.10.6 “进刀”选项卡

Stage6．设置进给和速度

Step1．在“精加工底部面”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．在“进给和速度”对话框中选中 ☑ 主轴速度 (rpm) 复选框，然后在其下的文本框中输入值 1000.0，在 剪切 文本框中输入值 250.0，其他参数采用系统默认设置。

Step3．单击“进给和速度”对话框中的 确定 按钮，完成切削参数的设置，系统返回到“精加工底部面”对话框。

Task3．生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 3.10.7 所示，2D 动态仿真加工后的零件模型如图 3.10.8 所示。

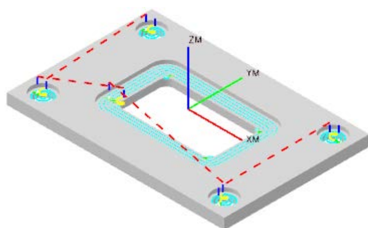


图 3.10.7 刀路轨迹

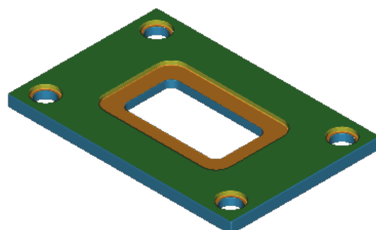


图 3.10.8 2D 仿真结果

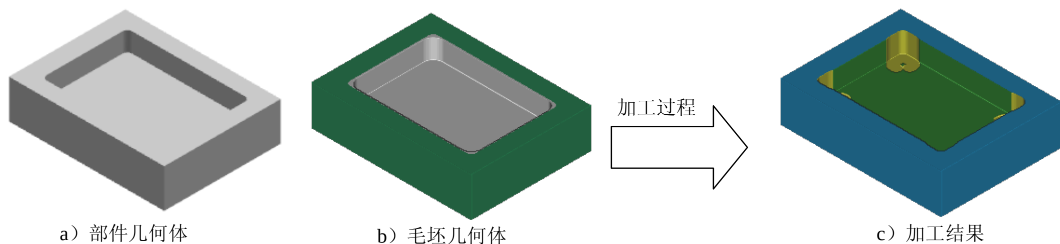
Task4．保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

3.11　清　角　铣

清角铣是以“跟随部件”方式来切削零件的拐角部分，由于粗加工中采用的刀具直径较大，会在零件的小拐角处残留下较多的余料，所以在精加工前有必要安排清理拐角的操作。需要注意的是清角铣操作需要指定合适的参考刀具。

下面以图 3.11.1 所示的零件来介绍创建清角铣的一般步骤。



a）部件几何体　b）毛坯几何体　c）加工结果

图 3.11.1　精加工

Task1．打开模型文件

打开文件 D:\ugnx7.9\work\ch03\ch03.11\cleanup_corners.prt，系统自动加入加工环境。

Task2．设置刀具

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出“创建刀具”对话框。

Step2．在“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_planar 选项，在 刀具子类型 区域中单击“MILL”按钮，在 名称 文本框中输入刀具名称 D5，单击 确定 按钮，系统弹出“铣刀-5 参数”对话框。

Step3．在“铣刀-5 参数”对话框中 (D) 直径 文本框中输入值 5.0，在对话框中的 刀具号 文本框中输入值 2，其他参数采用系统默认设置，单击 确定 按钮完成刀具的设置。

Task3．创建清角铣操作

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．确定加工方法。在“创建操作”对话框的 类型 下拉列表中选择 mill_planar 选项，在 操作子类型 区域中单击“CLEANUP_CORNERS”按钮，在 程序 下拉列表中选择 PROGRAM 选项，在 刀具 下拉列表中选择 D5 (Milling Tool-5 Parameters) 选项，在 几何体 下拉列表中选择

WORKPIECE选项，在方法下拉列表中选择MILL_FINISH选项，采用系统默认的名称。

Step3. 单击“创建操作”对话框中的确定按钮，系统弹出“清理拐角”对话框。

Stage2. 指定切削区域

Step1. 指定部件边界。

（1）单击“清理拐角”对话框中的“指定部件边界”按钮，系统弹出“边界几何体”对话框。

（2）在“边界几何体”对话框模式下拉列表中选择曲线/边...选项，系统弹出“创建边界”对话框，在对话框材料侧下拉列表中选择外部选项，其他参数采用系统默认选项，在模型中选取图 3.11.2 所示的边线串为边界，单击确定按钮，返回到“边界几何体”对话框，然后单击确定按钮，返回到“清理拐角”对话框。

Step2. 指定底面。单击“清理拐角”对话框中的“指定底面”按钮，系统弹出“平面构造器”对话框，在模型中选取图 3.11.3 所示的面为底面，单击确定按钮，返回到“清理拐角”对话框。

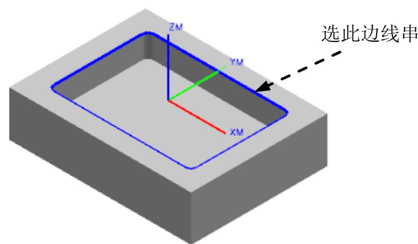


图 3.11.2　指定部件边界

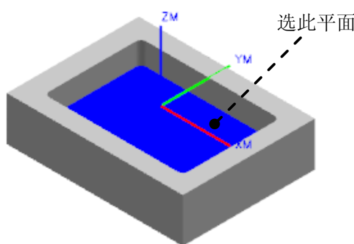


图 3.11.3　指定底面

Stage3. 设置切削层参数

Step1. 在“清理拐角”对话框中单击“切削层”按钮，系统弹出“切削深度参数”对话框。

Step2. 在“切削深度参数”对话框类型下拉列表中选择固定深度选项，在最大值文本框中输入值 2.0，单击确定按钮，系统返回到“清理拐角”对话框。

Stage4. 设置切削参数

Step1. 在刀轨设置区域中单击“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中单击策略选项卡，在切削顺序下拉列表中选择深度优先选项。

Step3. 在“切削参数”对话框中单击空间范围选项卡，在处理中的工件下拉列表中选择使用参考刀具选项，然后在参考刀具下拉列表中选择D10 (Milling Tool-5 Parameters)选项，单击确定

按钮，系统返回到“精加工壁”对话框。

说明：这里选择的参考刀具一般是前面粗加工使用的刀具，也可以通过单击参考刀具下拉列表右侧的“新建”按钮来创建新的参考刀具。注意创建参考刀具时的刀具直径不能小于实际的粗加工的刀具直径。

Stage5．设置非切削移动参数

Step1．在刀轨设置区域中单击“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2．单击“非切削移动”对话框中的进刀选项卡，在进刀类型下拉列表中选择螺旋线选项，在开放区域区域的进刀类型下拉列表中选择圆弧选项，其他参数采用系统的默认值，单击确定按钮，完成非切削移动参数的设置。

Stage6．设置进给和速度

Step1．在“清理拐角”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．在“进给和速度”对话框中选中☑ 主轴速度 (rpm)复选框，然后在其下的文本框中输入值 1500.0，在剪切文本框中输入值 400.0，在进刀文本框中输入值 200.0，其他选项采用系统默认参数设置。

Step3．单击确定按钮，完成进给和速度的设置，系统返回“清理拐角”对话框。

Task4．生成刀路轨迹

生成的刀路轨迹如图 3.11.4 所示，2D 动态仿真加工后的零件模型如图 3.11.5 所示。

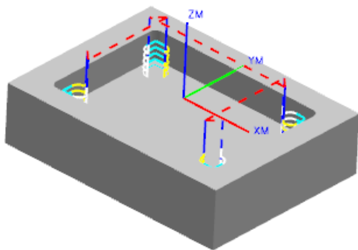


图 3.11.4 刀路轨迹

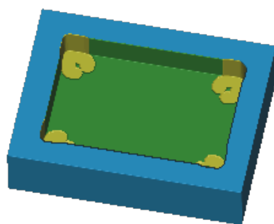


图 3.11.5 2D 仿真结果

Task5．保存文件

选择下拉菜单文件(F) ➡ 保存(S)命令，保存文件。

3.12 铣 螺 纹

铣螺纹就是利用螺纹铣刀方式来加工螺纹孔，下面以图 3.12.1 所示的零件来介绍创建

铣螺纹的一般步骤。



a）毛坯几何体　　b）加工结果

图 3.12.1　铣螺纹

Task1．打开模型文件

打开文件 D:\ugnx7.9\work\ch03\ch03.12\threading_milling.prt。

Task2．创建铣螺纹操作

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．确定加工方法。在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_planar 选项，在 操作子类型 区域中单击“THREAD_MILLING”按钮，在 刀具 下拉列表中选择 NONE 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在 方法 下拉列表中选择 METHOD 选项，采用系统默认的名称。

Step3．单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出图 3.12.2 所示的“螺纹铣削”对话框（一）。



图 3.12.2　“螺纹铣削”对话框（一）

Stage2．设置用户参数

Step1．单击“螺纹铣削”对话框（一）中的“用户参数”按钮，系统弹出图 3.12.3 所示的“螺纹铣削”对话框（二）。

Step2．选择螺纹几何体。在“螺纹铣削”对话框（二）中取消选中 参数 复选框，然后单击 螺纹几何体 区域的 选择 按钮，系统弹出“螺纹几何体”对话框，在图形区中选取

螺纹特征所在的孔内圆柱面，单击 确定 按钮返回到“螺纹铣削”对话框（二）。

Step3. 设置刀具。

（1）单击“螺纹铣削”对话框（二）中的 刀具选择 按钮，系统弹出图 3.12.4 所示的“刀具选择”对话框。

（2）单击“刀具选择”对话框中的 新建 按钮，系统弹出“螺纹铣削”对话框（三），在“螺纹铣削”对话框（三）中进行图 3.12.5 所示的参数设置，完成后，单击 确定 按钮返回到“刀具选择”对话框。

（3）单击“刀具选择”对话框中的 确定 按钮，返回到“螺纹铣削”对话框（二）。

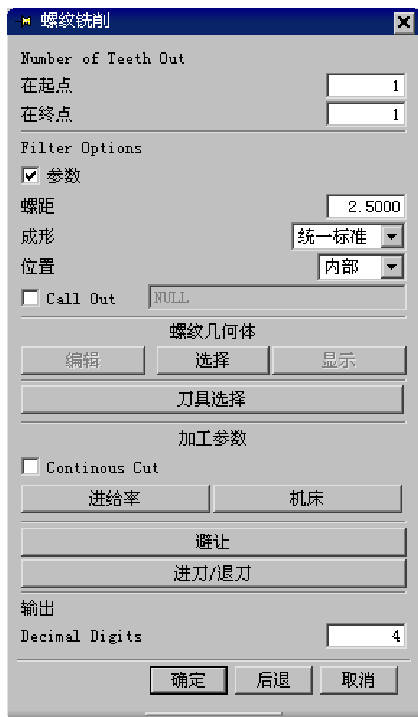


图 3.12.3　“螺纹铣削”对话框（二）



图 3.12.4　“刀具选择”对话框

Step4. 设置进给和速度。单击“螺纹铣削”对话框（二）中的 进给率 按钮，系统弹出“进给率”对话框，在其中进行图 3.12.6 所示的参数设置，完成后单击 确定 按钮返回到“螺纹铣削”对话框（二）。

Step5. 设置非切削移动参数。单击“螺纹铣削”对话框（二）中的 进刀/退刀 按钮，系统弹出“进刀/退刀”对话框，在其中进行图 3.12.7 所示的参数设置，完成后单击 确定 按钮返回到“螺纹铣削”对话框（二）。

Step6. 单击“螺纹铣削”对话框（二）中的 确定 按钮，返回到“螺纹铣削”对话框（一）。

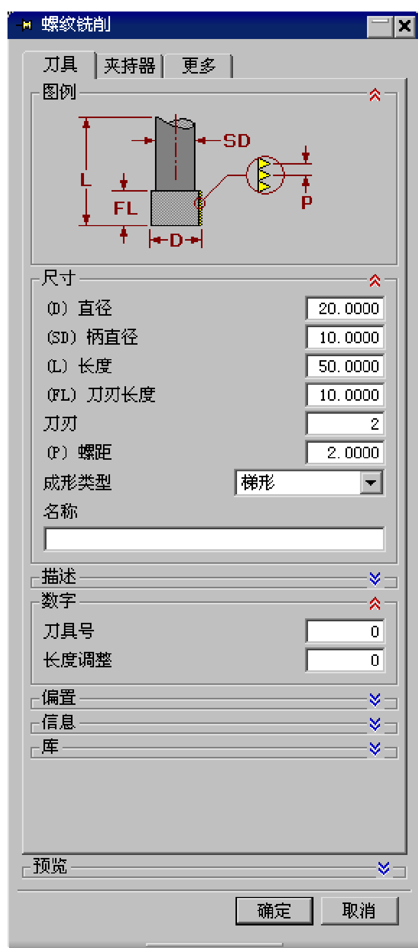




图 3.12.6　“进给率”对话框



图 3.12.5　“螺纹铣削”对话框（三）　　图 3.12.7　“进刀/退刀”对话框

Task3．生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 3.12.8 所示，2D 动态仿真加工后的零件模型如图 3.12.9 所示。

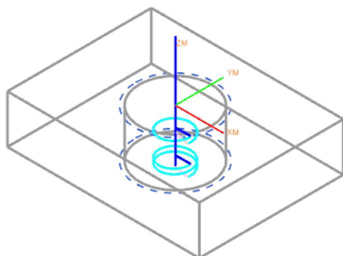


图 3.12.8　刀路轨迹

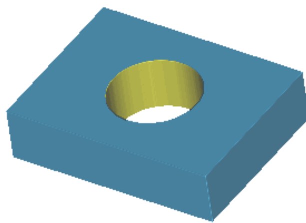


图 3.12.9　2D 仿真结果

Task4．保存文件

选择下拉菜单 文件(F) ➡ 保存(S) 命令，保存文件。

第 4 章　轮廓铣削加工

本章提要　UG NX 7.0 轮廓铣削加工包括型腔铣、插铣、等高轮廓铣、陡峭区域等高轮廓铣、固定轴曲面轮廓铣、固定轴曲面区域铣、单线清根以及刻字等铣削方式。本章将通过典型范例来介绍轮廓铣削加工的各种加工类型，详细描述各种加工类型的操作步骤，并且对于其中的细节和关键的地方也给予详细的说明。

4.1　概　　述

4.1.1　型腔轮廓铣简介

型腔铣在数控加工应用上最为广泛，用于大部分的粗加工，以及直壁或者斜度不大的侧壁的精加工。型腔轮廓铣加工的特点是刀具路径在同一高度内完成一层切削，遇到曲面时将其绕过，下降一个高度进行下一层的切削。系统按照零件在不同深度的截面形状，计算各层的刀路轨迹。型腔铣在每一个切削层上，根据切削层平面与毛坯和零件几何体的交线来定义切削范围。通过限定高度值，只作一层切削，型腔铣可用于平面的精加工，以及清角加工等。

4.1.2　轮廓铣的子类型

进入加工模块后，选择下拉菜单插入(S) → 操作(E)...命令，系统弹出图 4.1.1 所示的“创建操作”对话框。在“创建操作”对话框类型下拉列表中选择mill_contour选项，此时，对话框中出现轮廓铣削加工的 21 种子类型。

图 4.1.1 所示的“创建操作”对话框操作子类型区域中各按钮说明如下：

- A1（CAVITY_MILL）：型腔铣。
- A2（PLUNGE_MILLING）：插铣。
- A3（CORNER_ROUGH）：轮廓粗加工。
- A4（REST_MILLING）：剩余铣。
- A5（ZLEVEL_PROFILE）：深度加工轮廓。
- A6（ZLEVEL_CORNER）：深度加工拐角。
- A7（FIXED_CONTOUR）：固定轮廓铣。

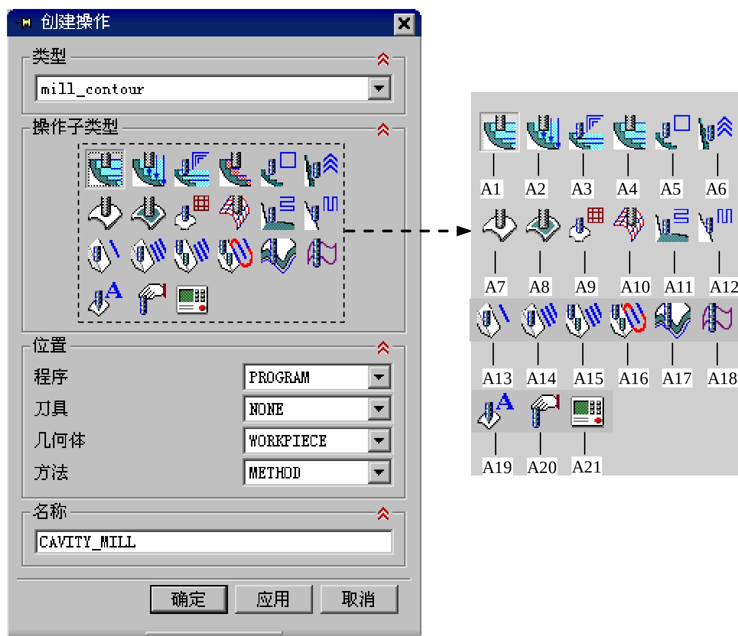


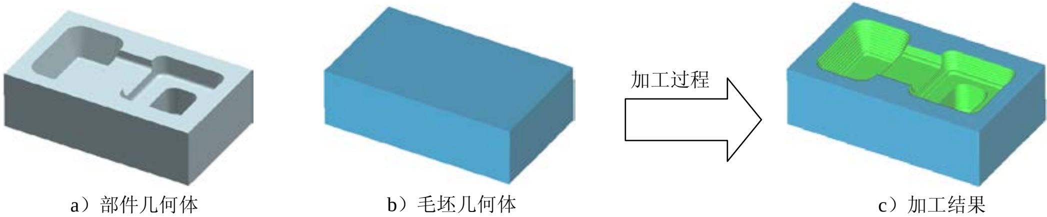
图 4.1.1 “创建操作”对话框

- A8（COUNTOUR_AREA）：固定轮廓区域。
- A9（CONTOUR_SURFACE_AREA）：固定轮廓表面积。
- A10（STREAMLINE）：流线。
- A11（CONTOUR_AREA_NON_STEEP）：非陡峭区域轮廓铣。
- A12（CONTOUR_AREA_DIR_STEEP）：方向陡峭区域轮廓铣。
- A13（FLOWCUT_SINGLE）：单刀路清根铣。
- A14（FLOWCUT_MULTIPLE）：多刀路清根铣。
- A15（FLOWCUT_REF_TOOL）：参考刀具清根铣。
- A16（FLOWCUT_SMOOTH）：光顺清根铣。
- A17（SOLID_PROFILE_3D）：实体轮廓 3D 铣。
- A18（PROFILE_3D）：轮廓 3D 铣。
- A19（CONTOUR_TEXT）：曲面文本铣削。
- A20（MILL_USER）：自定义方式。
- A21（MILL_CONTROL）：机床控制。

4.2 型　腔　铣

型腔铣（标准型腔铣）主要用于粗加工，可以切除大部分毛坯材料，几乎适用于加工任意形状的几何体，可以应用于大部分的粗加工和直壁或者是斜度不大的侧壁的精加工，

也可以用于清根操作。型腔铣以固定刀轴快速而高效地粗加工平面和曲面类的几何体。型腔铣和平面铣一样，刀具是侧面的刀刃对垂直面进行切削，底面的刀刃切削工件底面的材料，不同之处在于定义切削加工材料的方法不同。下面以图 4.2.1 所示的模型为例，讲解创建型腔铣的一般步骤。



a）部件几何体　　b）毛坯几何体　　c）加工结果

图 4.2.1　型腔铣

Task1．打开模型文件并进入加工环境

Step1．打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch04\ch04.02\CAVITY_MILL.prt。

Step2．进入加工环境。选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，系统弹出图 4.2.2 所示的“加工环境”对话框，在“加工环境”对话框 要创建的 CAM 设置 列表框中选择 mill_contour 选项。单击 确定 按钮，进入加工环境。

Task2．创建几何体

Stage1．创建机床坐标系和安全平面

Step1．创建机床坐标系。

（1）选择下拉菜单 插入(S) → 几何体(G)... 命令，系统弹出图 4.2.3 所示的“创建几何体”对话框。

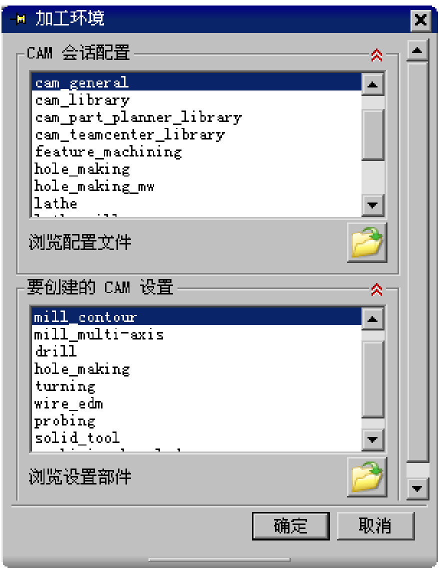


图 4.2.2　“加工环境”对话框

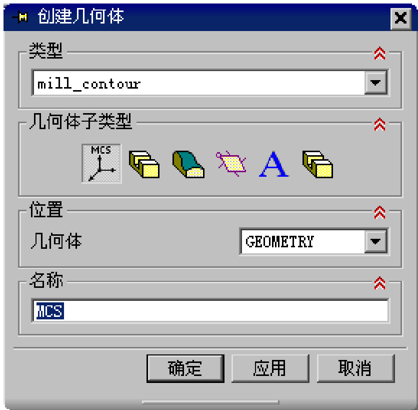


图 4.2.3　“创建几何体”对话框

（2）在“创建几何体”对话框类型下拉列表中选择mill_contour选项，在几何体子类型区域中选择MCS，在几何体下拉列表中选择GEOMETRY选项，名称文本框中采取系统默认名称 MCS。

（3）单击“创建几何体”对话框中的确定按钮，系统弹出图 4.2.4 所示“MCS”对话框。

Step2. 在“MCS”对话框机床坐标系区域中单击“CSYS 会话”按钮，在系统弹出的“CSYS”对话框类型下拉列表中选择动态选项。

Step3. 单击“CSYS”对话框操控器区域中的“点对话框”按钮，在“点”对话框的XC文本框中输入值-100.0，在YC文本框中输入值-60.0，在ZC文本框中输入值 0.0，单击确定按钮，返回到“CSYS”对话框，单击确定按钮，完成机床坐标系的创建。

Step4. 创建安全平面。

（1）在间隙区域安全设置选项下拉列表中选择平面选项。

（2）单击“指定安全平面”按钮，选取图 4.2.5 所示的模型表面为参考平面，在“平面构造器”对话框的偏置文本框中输入值 10.0。

（3）单击“平面构造器”对话框中的确定按钮，完成安全平面的创建，然后再单击“MCS”对话框中确定按钮。



图 4.2.4 “MCS”对话框

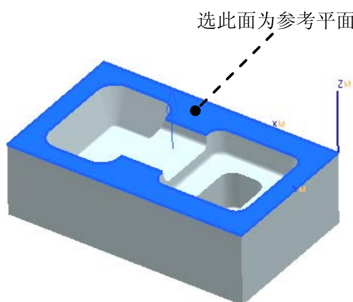


图 4.2.5 选择参考平面

Stage2. 创建部件几何体

Step1. 选择下拉菜单插入(S) → 几何体(G)...命令，系统弹出图 4.2.3 所示的“创建几何体”对话框。

Step2. 在“创建几何体”对话框类型下拉列表中选择mill_contour选项，在几何体子类型区域中选择“WORKPIECE”按钮，在几何体下拉列表中选择MCS选项，在名称文本框中采用系统默认名称 WORKPIECE_1。

Step3. 单击确定按钮，系统弹出图 4.2.6 所示的“工件”对话框。

Step4. 在“工件”对话框中单击“选择或编辑部件几何体”按钮，系统弹出图 4.2.7

所示的“部件几何体”对话框，在 选择选项 区域中选择 ⊙ 几何体 单选项，然后单击 全选 按钮，系统自动选取全部零件为部件几何体，结果如图 4.2.8 所示。

Step5. 单击“部件几何体”对话框中的 确定 按钮，系统返回到“工件”对话框。



图 4.2.6　“工件”对话框



图 4.2.7　“部件几何体”对话框

Stage3. 创建毛坯几何体

Step1. 在“工件”对话框中单击“选择或编辑毛坯几何体”按钮，系统弹出“毛坯几何体”对话框。

Step2. 确定毛坯几何体。在 选择选项 区域中选择 ⊙ 自动块 单选项，在图形区中显示图 4.2.9 所示的毛坯几何体，单击 确定 按钮完成毛坯几何体的创建，系统返回到“工件”对话框。

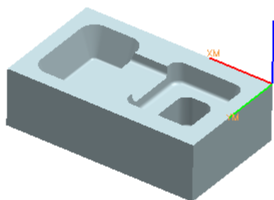


图 4.2.8　部件几何体

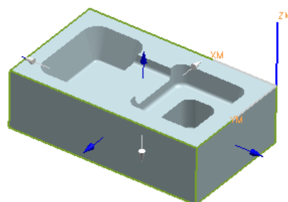


图 4.2.9　毛坯几何体

Step3. 单击“工件”对话框中的 确定 按钮。

Task3. 创建刀具

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出图 4.2.10 所示的“创建刀具”对话框。

Step2. 确定刀具类型。在“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在

刀具子类型区域中选择“MILL”按钮，在刀具下拉列表中选择NONE选项，在名称文本框中输入 D12R1，单击确定按钮，系统弹出“铣刀-5 参数”对话框。

Step3. 设置刀具参数。在“铣刀-5 参数”对话框中设置图 4.2.11 所示的刀具参数，单击确定按钮，完成刀具的创建。

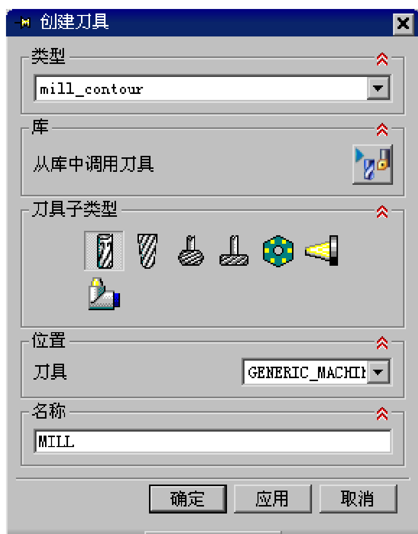


图 4.2.10 “创建刀具”对话框

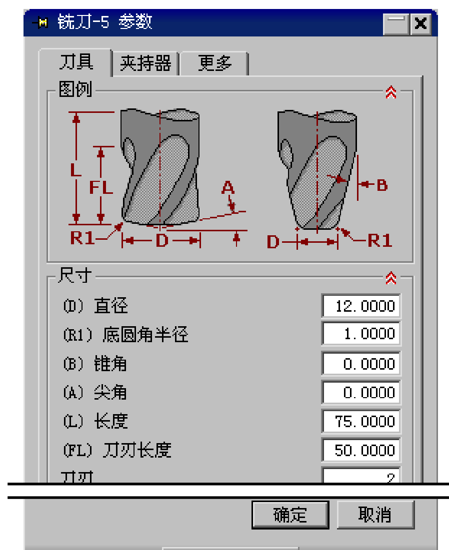


图 4.2.11 “铣刀-5 参数”对话框

Task4. 创建型腔铣操作

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单插入(S) → 操作(E)...命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 确定加工方法。在图 4.2.12 所示的“创建操作”对话框的类型下拉列表中选择mill_contour选项，在操作子类型区域中选择“CAVITY_MILL”按钮，在程序下拉列表中选择PROGRAM选项，在刀具下拉列表中选择D12R1 (Milling Tool-5 Parameters)选项，在几何体下拉列表中选择WORKPIECE_1选项，在方法下拉列表中选择METHOD选项，单击确定按钮，系统弹出图 4.2.13 所示的“型腔铣”对话框。

Stage2. 显示刀具和几何体

Step1. 显示刀具。在刀具区域中单击“编辑/显示”按钮，系统会弹出“铣刀-5 参数”对话框，同时在绘图区显示当前刀具的形状及大小，然后在弹出的对话框中单击确定按钮。

Step2. 显示几何体。在几何体区域中单击任何一个可用的“显示”按钮，在绘图区会显示与之相对应的几何体，如图 4.2.14 所示。



图 4.2.12　“创建操作”对话框

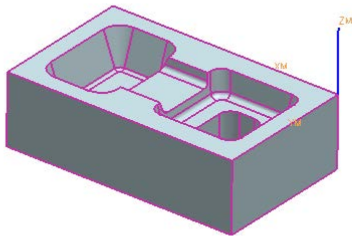


图 4.2.14　显示几何体



图 4.2.13　“型腔铣”对话框

Stage3．设置刀具路径参数

Step1．在“型腔铣”对话框 切削模式 下拉列表中选择 跟随周边 选项。

Step2．在 步距 下拉列表中选择 % 刀具平直 选项，在 平面直径百分比 文本框中输入值 50.0，

Step3．在 全局每刀深度 文本框中输入值 3.0。

Stage4．设置切削参数

Step1．单击“型腔铣”对话框中“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2．在“切削参数”对话框中单击 策略 选项卡，设置图 4.2.15 所示的参数。

图 4.2.15 所示的“切削参数”对话框中 策略 选项卡 切削 区域 切削顺序 下拉列表中 层优先 和 深度优先 选项的说明如下：

- 深度优先：每次将一个切削区中的所有层切削完再进行下一个切削区的切削，如图 4.2.16 所示。

● 层优先：每次切削完工件上所有的同一高度的切削层再进入下一层的切削，如图 4.2.17 所示。

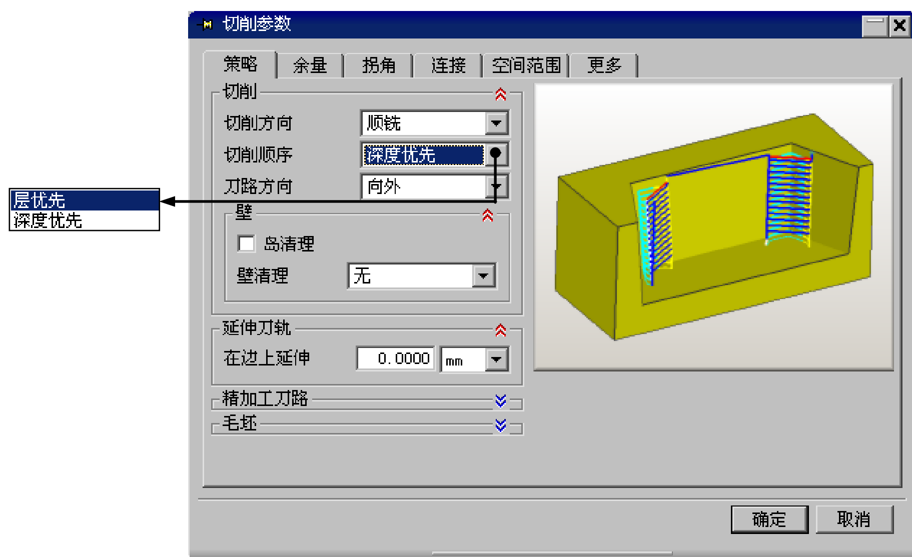


图 4.2.15 “策略”选项

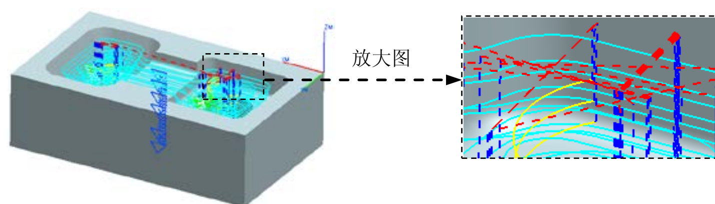


图 4.2.16 深度优先

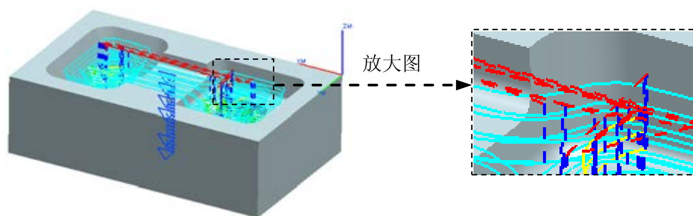


图 4.2.17 层优先

Step3. 在“切削参数”对话框中单击 连接 选项卡，其参数设置如图 4.2.18 所示，单击 确定 按钮，系统返回到“型腔铣”对话框。

图 4.2.18 所示的“切削参数”对话框中 连接 选项卡 切削顺序 区域 区域排序 下拉列表中部分选项的说明如下：

● 标准：根据切削区域的创建顺序来确定各切削区域的加工顺序，如图 4.2.19 所示。读者可打开 D:\ugnx7.9\work\ch04\ch04.02\CAVITY_MILL01.prt，来观察相应的模型，如图 4.2.20 所示。

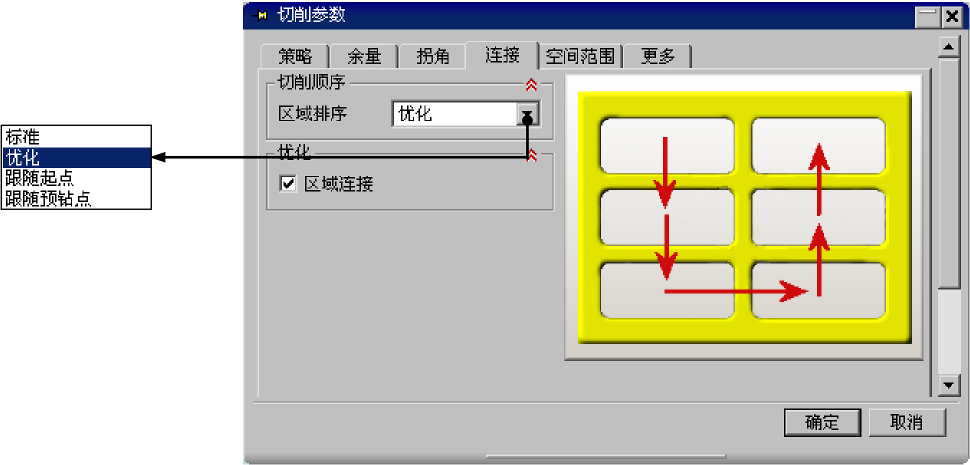


图 4.2.18　“连接”选项卡

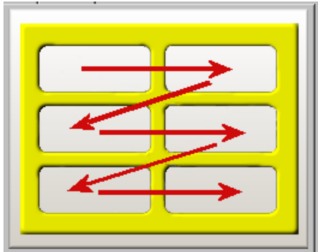


图 4.2.19　效果图

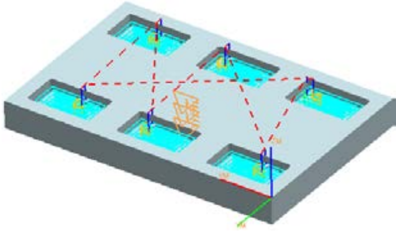


图 4.2.20　示例图

- 优化：根据抬刀后横越运动最短的原则决定切削区域的加工顺序，效率比“标准”顺序高，系统默认此选项，如图 4.2.21 所示。读者可打开 D:\ugnx7.9\work\ch04\ch04.02\ CAVITY_MILL02.prt，来观察相应的模型，如图 4.2.22 所示。

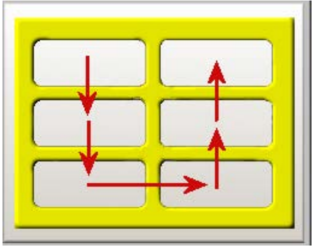


图 4.2.21　效果图

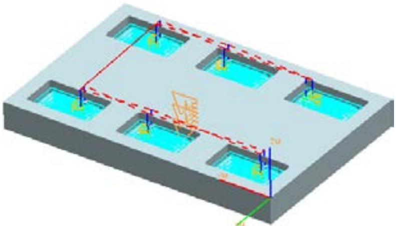


图 4.2.22　示例图

Stage5．设置非切削移动参数

Step1. 在“型腔铣”对话框中单击“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2. 单击“非切削移动”对话框中的 进刀 选项卡，在 进刀类型 下拉列表中选择 螺旋线 选项，在 封闭区域 中的 高度 文本框中输入值 10.0，其他参数的设置如图 4.2.23 所示，单击

确定按钮完成非切削移动参数的设置。

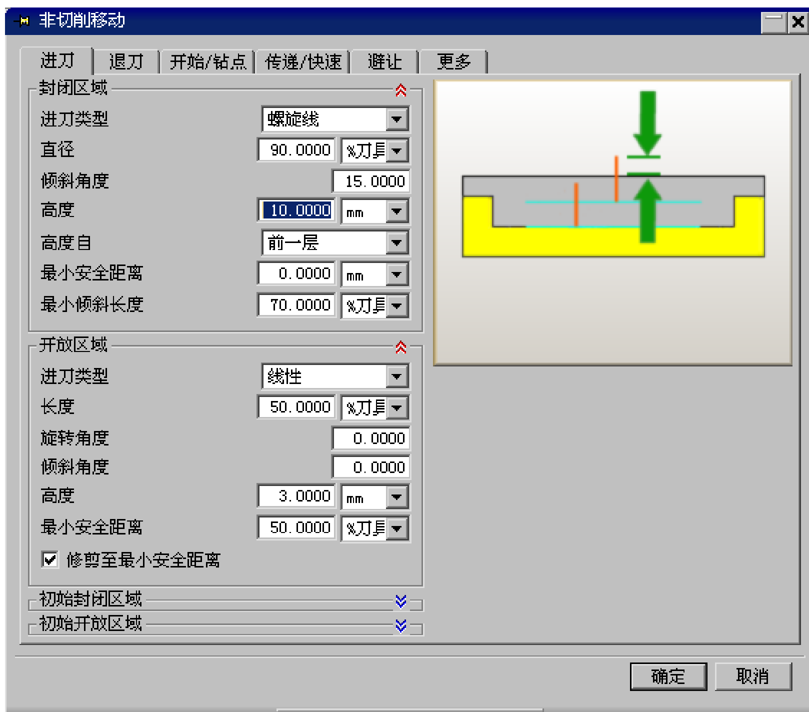


图 4.2.23 “非切削移动”对话框

Stage6．设置进给和速度

Step1．单击“型腔铣”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．在“进给和速度”对话框中选中 主轴速度 (rpm) 复选框，然后在其文本框中输入值 1200.0，在剪切文本框中输入值 250.0，其他参数采用系统默认设置。

注意：这里不设置表面速度和每齿进给并不表示其值为 0，系统会根据主轴转速计算表面速度，会根据剪切值计算每齿进给量。

Step3．单击“进给和速度”对话框中的确定按钮，完成进给和速度的设置，系统返回到“型腔铣”对话框。

Task5．生成刀路轨迹并仿真

Step1．在“型腔铣”对话框中单击“生成”按钮，在图形区中生成图 4.2.24 所示的刀路轨迹。

Step2．在图形区通过旋转、平移、放大视图，再单击“重播”按钮重新显示路径。可以从不同角度对刀路轨迹进行查看，以判断其路径是否合理。

Step3. 在“型腔铣”对话框中单击“确认”按钮，系统弹出图 4.2.25 所示的“刀轨可视化”对话框。

Step4. 使用 2D 动态仿真。在“刀轨可视化”对话框中单击 2D 动态 选项卡，采用系统默认参数设置，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可演示刀具按刀轨运行，完成演示后的模型如图 4.2.26 所示，仿真完成后单击 确定 按钮，完成仿真操作。

Step5. 单击 确定 按钮，完成操作。

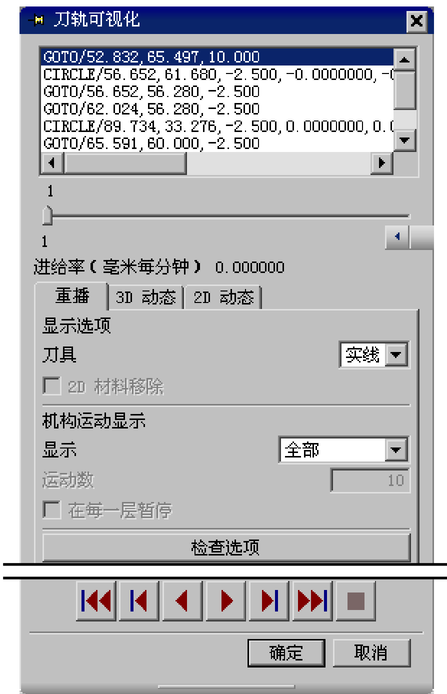


图 4.2.25　“刀轨可视化”对话框

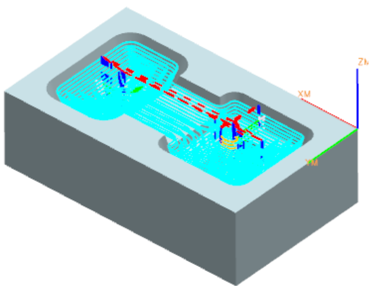


图 4.2.24　刀路轨迹

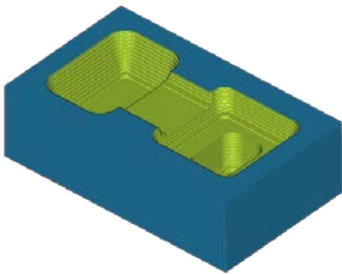


图 4.2.26　2D 仿真结果

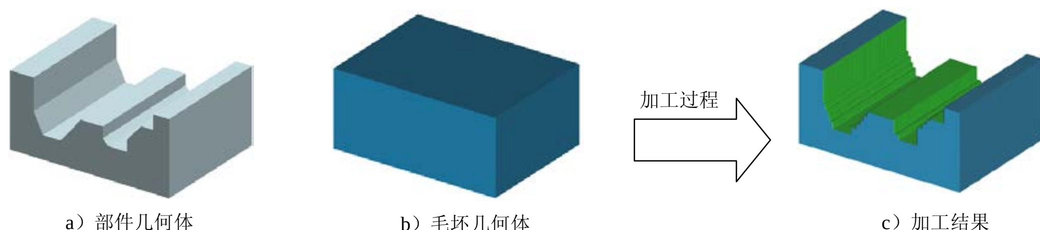
Task6．保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

4.3　插　　铣

插铣是一种独特的铣削操作，该操作使刀具竖直连续运动，高效地对毛坯进行粗加工。在切除大量材料（尤其在非常深的区域）时，插铣比型腔铣削的效率更高。插铣加工的径向力较小，这样就有可能使用更细长的刀具，而且保持较高的材料切削速度。它是金属切削最有效的加工方法之一，对于难加工材料的曲面加工、切槽加工以及刀具悬伸长度较大的加工，插铣的加工效率远远高于常规的层铣削加工。

下面以图 4.3.1 所示的模型为例，讲解创建插铣的一般步骤。



a）部件几何体　　b）毛坯几何体　　c）加工结果

图 4.3.1　插铣

Task1．打开模型文件并进入加工模块

Step1．打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch04\ch04.03\plunge.prt。

Step2．进入加工环境。选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，系统弹出图 4.3.2 所示的“加工环境”对话框，在此对话框要创建的 CAM 设置列表框中选择mill_contour选项，然后单击 确定 按钮，进入加工环境。

Task2．创建几何体

Stage1．创建机床坐标系

Step1．进入几何视图。在操作导航器的空白处右击，在系统弹出的快捷菜单中选择 几何视图命令，在操作导航器中双击节点 MCS_MILL，系统弹出图 4.3.3 所示的“Mill Orient”对话框。

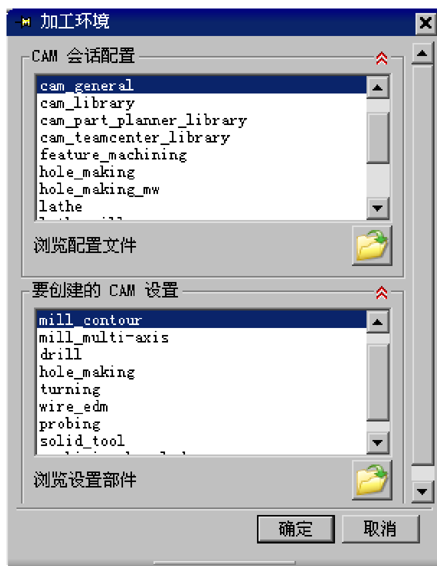


图 4.3.2　“加工环境”对话框



图 4.3.3　“Mill Orient”对话框

Step2．在“Mill Orient”对话框机床坐标系区域中单击“CSYS 会话”按钮，系统弹出

“CSYS”对话框，确认在类型下拉列表中选择动态选项。

Step3. 单击图 4.3.4 所示“CSYS”对话框操控器区域中的“点对话框”按钮，系统弹出“点”对话框，在“点”对话框的XC文本框中输入值-80.0，在YC文本框中输入值-60.0，在ZC文本本框中输入值 73.0，单击确定按钮，此时系统返回至“CSYS”对话框，单击确定按钮，完成图 4.3.5 所示机床坐标系的创建，系统返回到“Mill Orient”对话框。

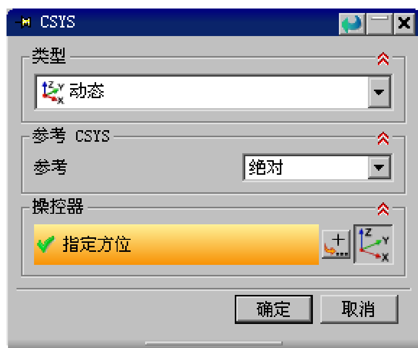


图 4.3.4　“CSYS”对话框

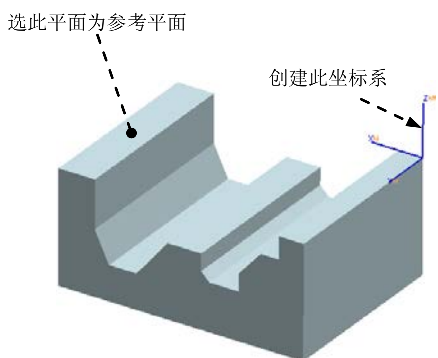


图 4.3.5　机床坐标系

Stage2. 创建安全平面

Step1. 在间隙选项区域安全设置选项下拉列表中选择平面选项，单击“指定安全平面”按钮，系统弹出“平面构造器”对话框。

Step2. 选取图 4.3.5 所示的模型表面为参考平面，在偏置文本框中输入值 10.0，单击确定按钮，再单击“Mill Orient”对话框中的确定按钮，完成安全平面的创建。

说明：在上一节“4.2 型腔铣”中在创建操作前先创建了新的机床坐标系，这里是通过修改模板自带的机床坐标系来满足创建操作的需要，下面同样采用修改的方法来创建铣削几何体来满足创建操作的需要。

Stage3. 创建部件几何体

Step1. 在操作导航器中双击MCS_MILL节点下的WORKPIECE，系统弹出“铣削几何体”对话框。

Step2. 在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“部件几何体”对话框，在选择选项区域中选择几何体单选项，然后单击全选按钮，系统自动选取全部零件为部件几何体。

Step3. 在“部件几何体”对话框中单击确定按钮，完成部件几何体的创建。

Stage4. 创建毛坯几何体

Step1. 在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“毛坯几何体”对话框。

Step2. 在 选择选项 区域中选择 ⊙ 自动块 单选项，然后单击 确定 按钮，返回到“铣削几何体”对话框中，单击 确定 按钮，完成铣削几何体的创建。

Task3. 创建刀具

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出“创建刀具”对话框。

Step2. 确定刀具类型。在“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 刀具子类型 区域中单击“MILL”按钮，在 刀具 下拉列表中选择 NONE 选项，在 名称 文本框中输入 D10，单击 确定 按钮，系统弹出“铣刀-5 参数”对话框。

Step3. 在“铣刀-5 参数”对话框中设置刀具参数，结果如图 4.3.6 所示，单击 确定 按钮，完成刀具的创建。

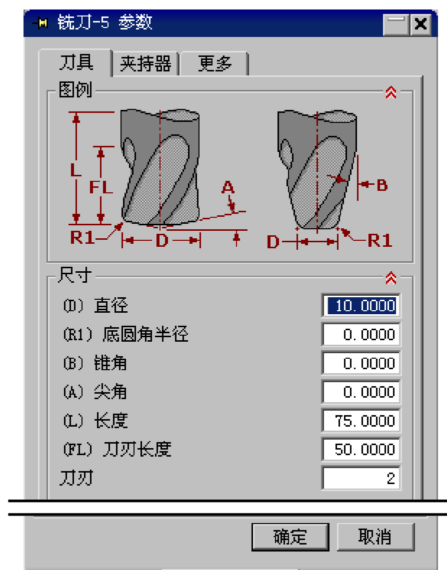


图 4.3.6 “铣刀-5 参数”对话框

Task4. 创建型腔铣操作

Stage1. 创建操作类型

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 确定加工方法。在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 操作子类型 区域中选择“PLUNGE_MILLING”按钮，在 程序 下拉列表中选择 PROGRAM 选项，在 刀具 下拉列表中选择 D10 (Milling Tool-5 Parameters) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE_ 选项，在 方法 下拉列表中选择 METHOD 选项，单击 确定 按钮，系统弹出图 4.3.7 所示的“插铣”对话框。

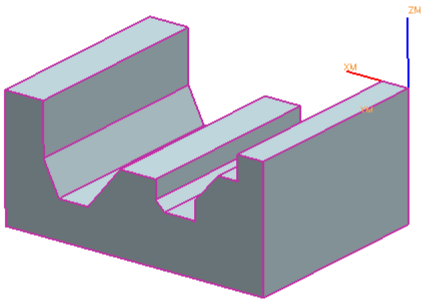
Stage2. 显示刀具和几何体

Step1. 显示刀具。在 刀具 区域中单击“编辑/显示”按钮，系统会弹出“铣刀-5 参数”对话框，同时在绘图区显示当前刀具的形状及大小，然后在弹出的对话框中单击 确定 按钮。

Step2. 显示几何体。在 几何体 区域中单击任何一个可用的“显示”按钮，在绘图区会显示与之相对应的几何体，如图 4.3.8 所示。



图 4.3.7　“插铣”对话框



4.3.8　显示几何体

图 4.3.7 所示的“插铣”对话框中部分选项的说明如下：

- 向前步长：指定刀具从一次插铣到下一次插铣时向前移动的步长。可以是刀具直径的百分比值，也可以是指定的步进值。在一些切削工况中，横向步长距离或向前步长距离必须小于指定的最大切削宽度值。必要时，系统会减小应用的向前步长，以使其在最大切削宽度值内。
- 单步向上：是指切削层之间的最小距离，用来控制插削层的数目。
- 最大切削宽度：是指刀具可切削的最大宽度（俯视刀轴时），通常由刀具制造商决定。

- 点选项后的“点”按钮：用于设置插铣削的进刀点以及切削区域的起点。
- 插削层后面的按钮：用来设置插削深度，默认是到工件底部。
- 传递方法：每次进刀完毕后刀具退刀至设置的平面上，然后进行下一次的进刀。此下拉菜单有如下两种选项可供选择。
  - ☑ 安全平面：每次都退刀至设置的安全平面高度。
  - ☑ 自动：自动退刀至最低安全高度，即在刀具不过切且不碰撞时 ZC 轴轴向高度和设置的安全距离之和。
- 退刀距离：设置退刀时刀具的退刀距离。
- 退刀角：设置退刀时刀具的倾角（切出材料时的刀具倾角）。

Stage3．设置刀具路径参数

Step1．设置切削方式。在“插铣”对话框切削模式下拉列表中选择跟随部件选项。

Step2．设置切削步进方式。在步距下拉列表中选择恒定选项，在距离文本框中输入值 35.0，在后面的单位下拉列表中选择%刀具选项。

Step3．设置向前步长。在向前步长文本框中输入值 20.0，在后面的单位下拉列表中选择%刀具选项。

Step4．设置最大切削宽度。在最大切削宽度下拉列表中文本框中输入值 50.0，在后面的单位下拉列表中选择%刀具选项。

注意：设置的向前步长和步进的值不能大于最大切削宽度的值。

Stage4．设置切削参数

Step1．在“插铣”对话框刀轨设置区域中单击“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2．在“切削参数”对话框中单击策略选项卡，在在边上延伸文本框中输入值 1.0，在切削方向下拉列表中选择顺铣选项，单击确定按钮。

Stage5．设置退刀参数

在刀轨设置区域的传递方法下拉列表中选择安全平面选项，在退刀距离文本框中输入值 3.0，在退刀角文本框中输入值 45.0。

Stage6．设置进给和速度

Step1．在“插铣”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．在“进给和速度”对话框选中☑ 主轴速度 (rpm)复选框，然后在其文本框中输入值

1200.0，在剪切文本框中输入值 1250.0。

Step3. 在快进文本框中输入值 3000.0，在进刀文本框中输入值 600.0，在第一刀切削文本框中输入值 300.0，其他选项均采用系统默认参数设置。

Step4. 单击确定按钮，完成进给和速度的设置，系统返回到“插铣”对话框。

Task5. 生成刀路轨迹并仿真

Step1. 在“插铣”对话框中单击“生成”按钮，在图形区中生成图 4.3.9 所示的刀路轨迹（一），将模型调整为后视图查看刀路轨迹，如图 4.3.10 所示。

Step2. 在“插铣”对话框中单击“确认”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框。

Step3. 使用 2D 动态仿真。在“刀轨可视化”对话框中单击2D 动态选项卡，采用系统默认设置，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可演示刀具按刀轨运行，完成演示后的模型如图 4.3.11 所示，仿真完成后单击确定按钮，完成操作。

Step4. 在“插铣”对话框中单击确定按钮，完成操作。

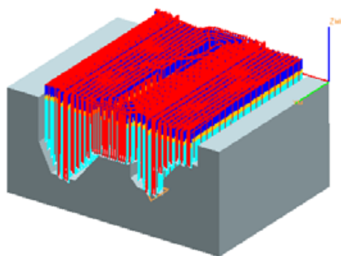


图 4.3.9　刀路轨迹（一）

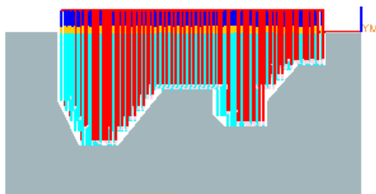


图 4.3.10　刀路轨迹（二）

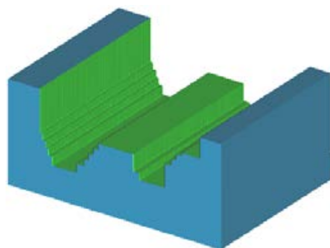


图 4.3.11　2D 仿真结果

Task6. 保存文件

选择下拉菜单文件(F) → 保存(S)命令，保存文件。

4.4　等高轮廓铣

等高轮廓铣是一种固定的轴铣削操作，通过多个切削层来加工零件表面轮廓。在等高轮廓铣操作中，除了可以指定部件几何体外，还可以指定切削区域作为部件几何体的子集，方便限制切削区域。如果没有指定切削区域，则对整个零件进行切削。在创建等高轮廓铣削路径时，系统自动追踪零件几何，检查几何的陡峭区域，定制追踪形状，识别可加工的切削区域，并在所有的切削层上生成不过切的刀具路径。等高轮廓铣的一个重要功能就是能够指定“陡角”，以区分陡峭与非陡峭区域，因此可以分为一般等高轮廓铣和陡峭区域等

高轮廓铣。

4.4.1 一般等高轮廓铣

对于没有陡峭区域的零件，则进行一般等高轮廓铣加工。下面以图 4.4.1 所示的模型为例，讲解创建一般等高轮廓铣的一般步骤。

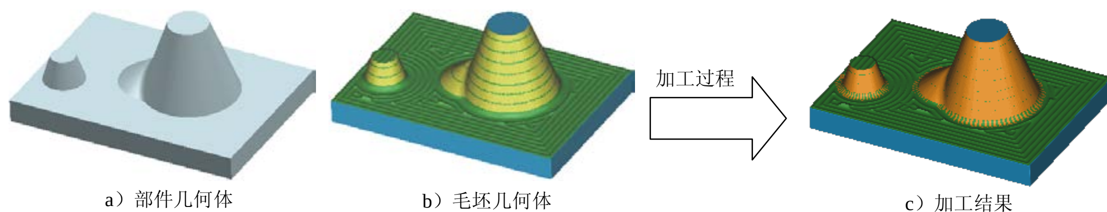


图 4.4.1 一般等高轮廓铣

Task1．打开模型文件

打开文件 D:\ugnx7.9\work\ch04\ch04.04\zlevel_profile.prt。

Task2．创建等高线轮廓铣操作

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出图 4.4.2 所示的“创建操作”对话框。

Step2．在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 操作子类型 区域中选择“ZLEVEL_PROFILE”按钮，在 程序 下拉列表中选择 NC_PROGRAM 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在 刀具 下拉列表中选择 D12 (Milling Tool-Ball Mill) 选项，在 方法 下拉列表中选择 MILL_FINISH 选项，单击 确定 按钮，此时，系统弹出图 4.4.3 所示的“深度加工轮廓”对话框。

图 4.4.3 所示的“深度加工轮廓”对话框中部分选项说明如下：

- 陡峭空间范围：这是等高轮廓铣区别于其他型腔铣的一个重要参数。如果在其右边的下拉菜单中选择 仅陡峭的 选项，就可以在被激活的 角度 文本框中输入角度值，这个角度称为陡峭角。零件上任意一点的陡峭角是刀轴与该点处法向矢量所形成的夹角。选择 仅陡峭的 选项后，只有陡峭角度大于或等于给定的角度的区域才能被加工。
- 合并距离 文本框：用于定义在不连贯的切削运动切除时，在刀具路径中出现的缝隙的距离。
- 最小切削长度 文本框：该文本框用于定义生成刀具路径时的最小长度值。当切削运动的距离比指定的最小切削长度值小时，系统不会在该处创建刀具路径。



图 4.4.2　“创建操作”对话框



图 4.4.3　“深度加工轮廓”对话框

- 全局每刀深度文本框：用于设置加工区域内每次切削的最大深度。系统将计算等于且不超出指定的全局每刀深度值的实际切削层。

Stage2．指定切削区域

Step1．单击“深度加工轮廓”对话框指定切削区域右侧的按钮，系统弹出“切削区域”对话框。

Step2．在绘图区中选取图 4.4.4 所示的切削区域，单击确定按钮，系统返回到“深度加工轮廓”对话框。

Stage3．设置刀具路径参数和切削层

Step1．设置刀具路径参数。在“深度加工轮廓”对话框的合并距离文本框中输入值 2.0。在最小切削长度文本框中输入值 1.0。在全局每刀深度文本框中输入值 0.2。

Step2．设置切削层。单击“深度加工轮廓”对话框中的“切削层”按钮，系统弹出图 4.4.5 所示的“切削层”对话框，这里采用系统默认参数，单击确定按钮，系统返回到“深度加工轮廓”对话框。

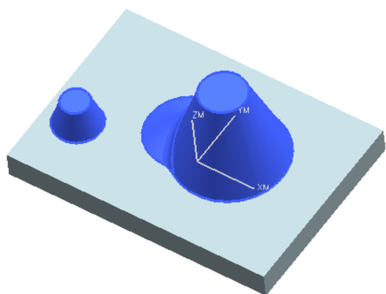


图 4.4.4 指定切削区域

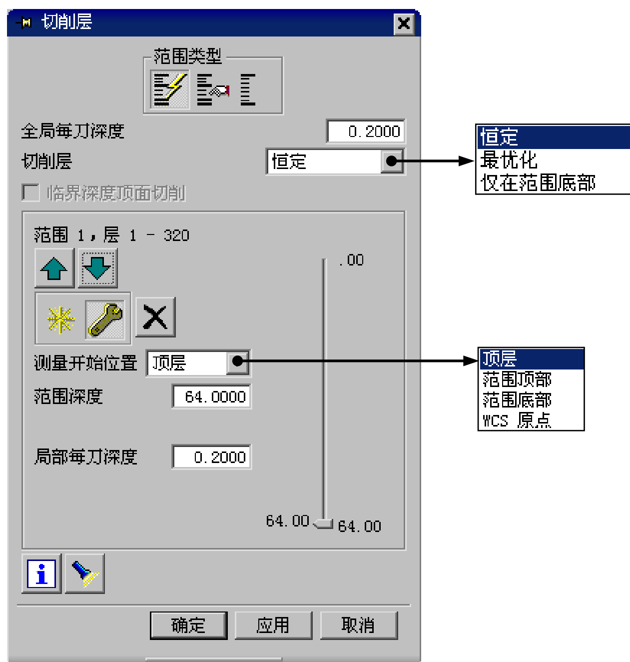


图 4.4.5 “切削层”对话框

图 4.4.5 所示的“切削层”对话框中各选项的说明如下：

- 范围类型区域中提供了如下三种设置切削层的类型。
  - ☑ （自动生成）：使用此类型，系统将通过与零件有关联的平面自动生成多个切削深度区间。
  - ☑ （用户定义）：使用此类型，用户可以通过定义每一个区间的底面生成切削层。
  - ☑ （单个）：使用此类型，用户可以通过零件几何和毛坯几何定义切削深度。
- 全局每刀深度：用于设置每个切削层的最大深度。通过对全局每刀深度进行设置后，系统将自动计算分几层进行切削。
- 切削层下拉列表中提供了如下三种选项。
  - ☑ 恒定：将切削深度恒定保持在全局每刀深度的设置值。
  - ☑ 最优化：优化切削深度，以便在部件间距和残余高度方面更加一致。最优化在斜度从陡峭或几乎竖直变为表面或平面时创建其他切削，最大切削深度不超过全局每刀深度值，仅用于深度加工操作。
  - ☑ 仅在范围底部：仅在范围底部切削不细分切削范围，选择此选项将使全局每刀深度选项处于非活动状态。
- 和：如果只有一个范围，系统默认为当前范围，如果有多个范围，只有一个是当前范围。用户可通过单击和按钮选择当前范围。
- （插入范围）：单击该按钮后，用户可以通过定义底面来创建一个新的切削区域。

- （编辑当前范围）：单击该按钮后，在其范围深度文本框中输入深度值，可以改变当前的切削深度。
- （删除当前范围）：单击该按钮可以删除当前的切削范围。
- 测量开始位置下拉列表中提供了如下四种选项。
  - ☑ 顶层：选择该选项后，测量切削范围深度从第一个切削顶部开始。
  - ☑ 范围顶部：选择该选项后，测量切削范围深度从当前切削顶部开始。
  - ☑ 范围底部：选择该选项后，测量切削范围深度从当前切削底部开始。
  - ☑ WCS 原点：选择该选项后，测量切削范围深度从当前工作坐标系原点开始。
- 范围深度文本框：在该文本框中，通过输入一个正值或负值距离，定义的范围在指定的测量位置的上部或下部，也可以利用范围深度滑块来改变范围深度，当移动滑块时，范围深度值跟着变化。
- 局部每刀深度文本框：用来定义当前范围的切削层深度。

Stage4．设置切削参数

Step1. 单击“深度加工轮廓”对话框中的“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 单击“切削参数”对话框中的策略选项卡，在切削顺序下拉列表中选择深度优先选项。

Step3. 单击“切削参数”对话框中的连接选项卡，参数设置如图 4.4.6 所示，单击确定按钮，系统返回到“深度加工轮廓”对话框。

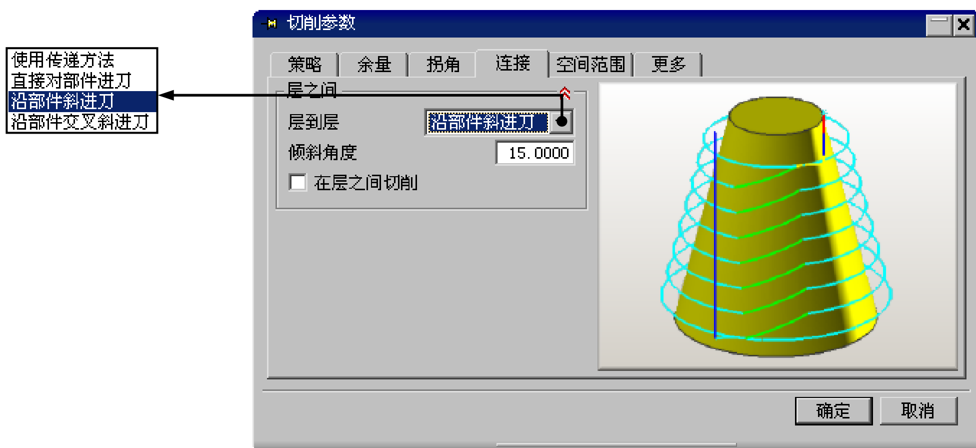


图 4.4.6　“连接”选项卡

图 4.4.6 所示的“切削参数”对话框中连接选项卡部分选项的说明如下：

层到层选项：这是专门用于深度铣的切削参数。

- 使用传递方法：使用进刀/退刀的设定信息，每个刀路会抬刀到安全平面。

- 直接对部件进刀：将以跟随部件的方式来定位移动刀具。
- 沿部件斜进刀：将以跟随部件的方式，从一个切削层到下一个切削层，需要指定倾斜角度，此时刀路较完整。
- 沿部件交叉斜进刀：与沿部件斜进刀相似，不同的是在斜削进下一层之前完成每个刀路。
- ☑ 在层之间切削：可在深度铣中的切削层间存在间隙时创建额外的切削，消除在标准层到层加工操作中留在浅区域中的非常大的残余高度。

Stage5．设置非切削移动参数

Step1. 在“深度加工轮廓”对话框中单击“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2. 单击“非切削移动”对话框中的 进刀 选项卡，其参数设置如图 4.4.7 所示，单击 确定 按钮，完成非切削移动参数的设置。

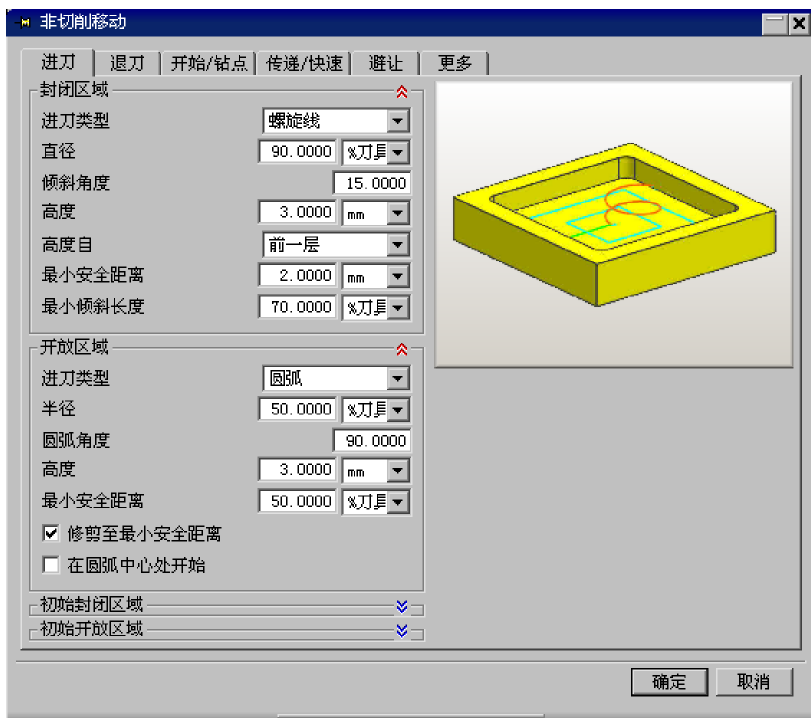


图 4.4.7　“进刀”选项卡

Stage6．设置进给和速度

Step1. 在“深度加工轮廓”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 在“进给和速度”对话框中选中 ☑ 主轴速度 (rpm) 复选框，然后在其文本框中输入值 1200.0，在 剪切 文本框中输入值 1250.0。

Step3. 在快进文本框中输入值 2000.0，在进刀文本框中输入值 1000.0，在第一刀切削文本框中输入值 300.0，其他选项均采用系统默认参数设置。

Step4. 单击确定按钮，完成进给率的设置，系统返回“深度加工轮廓”对话框。

Task3．生成刀路轨迹并仿真

Step1. 在“深度加工轮廓”对话框中单击“生成”按钮，在图形区中生成图 4.4.8 所示的刀路轨迹。

Step2. 在“深度加工轮廓”对话框中单击“确认”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框。

Step3. 使用 2D 动态仿真。在“刀轨可视化”对话框中单击2D 动态选项卡，采用系统默认设置，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可演示刀具按刀轨运行，完成演示后的模型如图 4.4.9 所示，仿真完成后单击确定按钮，完成仿真操作。

Step4. 在“深度加工轮廓”对话框中单击确定按钮，完成操作。

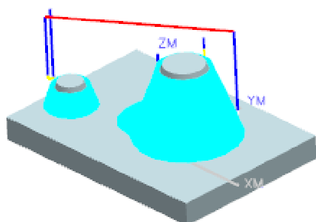


图 4.4.8　刀路轨迹

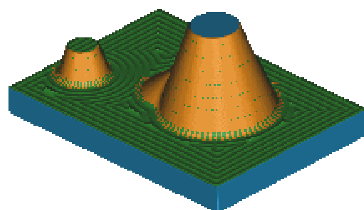


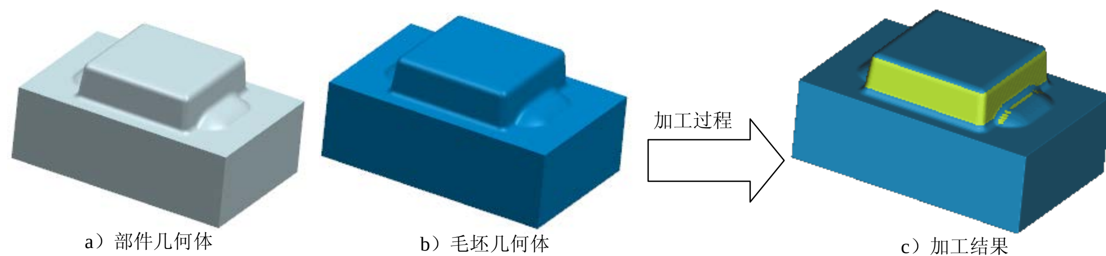
图 4.4.9　2D 仿真结果

Task4．保存文件

选择下拉菜单文件(F) ➡ 保存(S)命令，保存文件。

4.4.2　陡峭区域等高轮廓铣

陡峭区域等高轮廓铣是一种能够指定陡峭角度的等高轮廓铣，通过多个切削层来加工零件表面轮廓，是一种固定轴铣操作。对于需要加工的零件表面既有平缓的曲面又有陡峭的曲面或者是非常陡峭的斜面特别适合这种加工方式。下面以图 4.4.10 所示的模型为例，讲解创建陡峭区域等高轮廓铣的一般步骤。



a）部件几何体　b）毛坯几何体　c）加工结果

图 4.4.10　陡峭区域等高轮廓铣

Task1．打开模型文件并进入加工模块

Step1．打开文件 D:\ugnx7.9\work\ch04\ch04.04\ zlevel_profile_steep.prt。

Step2．进入加工环境。选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，在系统弹出的“加工环境”对话框 要创建的 CAM 设置 下拉列表中选择 mill_contour 选项，然后单击 确定 按钮，进入加工环境。

Task2．创建几何体

Stage1．创建机床坐标系和安全平面

Step1．进入几何体视图。在操作导航器的空白处右击，在快捷菜单中选择 几何视图 命令，在操作导航器中双击节点 MCS_MILL，系统弹出“Mill Orient”对话框。

Step2．定义机床坐标系。在“Mill Orient”对话框 机床坐标系 区域中单击“CSYS 会话”按钮，在系统弹出的“CSYS”对话框 类型 下拉列表中选择 动态 选项。

Step3．单击“CSYS”对话框 操控器 区域中的“点对话框”按钮，在“点”对话框的 XC 文本框中输入值 0.0，在 YC 文本框中输入值 0.0，在 ZC 文本框中输入值 50.0，单击 确定 按钮，然后单击“CSYS”对话框中的 确定 按钮，返回到“Mill Orient”对话框，完成图 4.4.11 所示的机床坐标系的创建。

Step4．创建安全平面。在 间隙 区域的 安全设置选项 下拉列表中选择 平面 选项，单击“指定安全平面”按钮，选取图 4.4.11 所示的模型平面为参照，在 偏置 文本框中输入值 90.0，单击“平面构造器”对话框中的 确定 按钮，完成图 4.4.11 所示的安全平面的创建，然后在“Mill Orient”对话框中单击 确定 按钮。

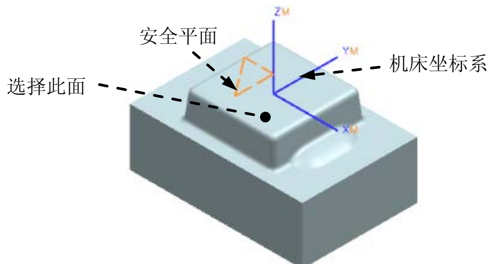


图 4.4.11 创建机床坐标系及安全平面

Stage2．创建部件几何体

Step1．在操作导航器中单击 MCS_MILL 节点前的“+”，双击节点 WORKPIECE，系统弹出“铣削几何体”对话框。

Step2．选取部件几何体。在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“部件几何体”对话框。

Step3. 在“部件几何体”对话框中选择 几何体 单选项，单击 全选 按钮，系统自动选取全部零件为部件几何体。

Step4. 单击 确定 按钮，完成部件几何体的创建，同时系统返回到“铣削几何体”对话框。

Stage3. 创建毛坯几何体

Step1. 在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“毛坯几何体”对话框。

Step2. 确定毛坯几何体。在 选择选项 区域选择 部件的偏置 单选项，在 偏置 文本框中输入值 0.5。单击 确定 按钮，完成毛坯几何体的创建。

Step3. 单击“铣削几何体”对话框中的 确定 按钮。

Stage4. 创建切削区域几何体

Step1. 右击操作导航器中的节点 WORKPIECE，在快捷菜单中选择 插入 → 几何体... 命令，系统弹出“创建几何体”对话框。

Step2. 在“创建几何体”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 几何体子类型 区域中单击“MILL_AREA”按钮，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，文本框中采用系统默认名称 MILL_AREA，单击 确定 按钮，系统弹出“铣削区域”对话框。

Step3. 在“铣削区域”对话框中单击按钮，系统弹出“切削区域”对话框，采用系统默认的选项，选取图 4.4.12 所示的切削区域，单击 确定 按钮，系统返回到“铣削区域”对话框。

Step4. 单击“铣削区域”对话框中的 确定 按钮。

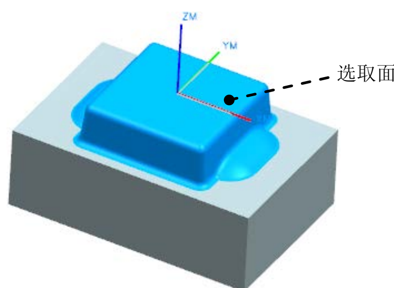


图 4.4.12　指定切削区域

Task3. 创建刀具

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出图 4.4.13 所示的“创建刀具”对话框。

Step2. 在“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 刀具子类型 区域中

单击“MILL”按钮，在 位置 区域 刀具 下拉列表中选择 GENERIC_MACHINE 选项，在 名称 文本框中输入刀具名称 D10R2，然后在该对话框中单击 确定 按钮，系统弹出“铣刀-5 参数”对话框。

Step3. 设置刀具参数。在“铣刀-5 参数”对话框中设置图 4.4.14 所示的参数，设置完成后单击 确定 按钮，完成刀具的创建。



图 4.4.13 “创建刀具”对话框

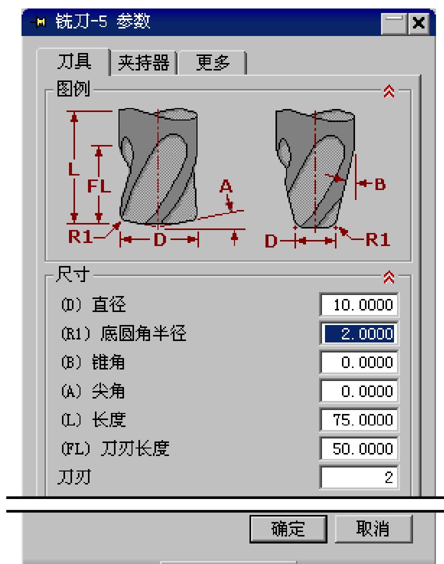


图 4.4.14 “铣刀-5 参数”对话框

Task4. 创建操作

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 确定加工方法。在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 操作子类型 区域中单击“ZLEVEL_PROFILE”按钮，在 刀具 下拉列表中选择 D10R2 (Milling Tool-5 Parameters) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 MILL_AREA 选项，在 方法 下拉列表中选择 MILL_FINISH 选项，采用系统默认的名称。

Step3. 单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出“深度加工轮廓”对话框。

Stage2. 显示刀具和几何体

Step1. 显示刀具。在 刀具 区域中单击“编辑/显示”按钮，系统会弹出“铣刀-5 参数”对话框，同时在绘图区会显示当前刀具的形状及大小，单击 确定 按钮，系统返回到“深度加工轮廓”对话框。

Step2. 显示几何体。在几何体区域中单击相应"显示"按钮，在绘图区会显示当前的部件几何体以及切削区域。

Stage3. 设置刀具路径参数

Step1. 设置陡峭角。在"深度加工轮廓"对话框陡峭空间范围下拉列表中选择仅陡峭的选项，并在角度文本框中输入值 45.0。

说明：这里是通过设置陡峭角来进一步确定切削范围的，只有陡峭角大于设定值的切削区域才能被加工到，因此后面可以看到两侧较平坦的切削区域部分没有被切削。

Step2. 设置刀具路径参数。在合并距离文本框中输入值 3.0。在最小切削长度文本框中输入值 1.0。在全局每刀深度文本框中输入值 1.0。

Stage4. 设置切削参数

Step1. 单击"深度加工轮廓"对话框中的"切削参数"按钮，系统弹出"切削参数"对话框。

Step2. 在"切削参数"对话框中单击策略选项卡，在切削顺序下拉列表中选择层优先选项，

Step3. 在"切削参数"对话框中单击余量选项卡，其参数的设置如图 4.4.15 所示。

Step4. 单击确定按钮，返回"深度加工轮廓"对话框。

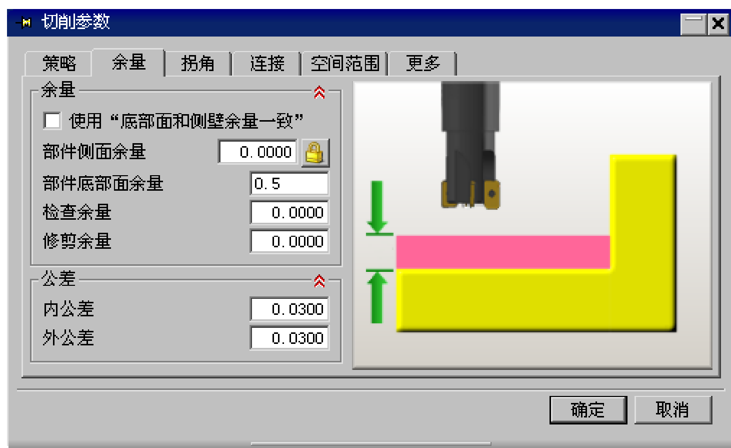


图 4.4.15　"余量"选项卡

Stage5. 设置非切削移动参数

Step1. 在"深度加工轮廓"对话框中单击"非切削移动"按钮，系统弹出"非切削移动"对话框。

Step2. 单击"非切削移动"对话框中的进刀选项卡，其参数设置如图 4.4.16 所示，单击确定按钮，完成非切削移动参数的设置。

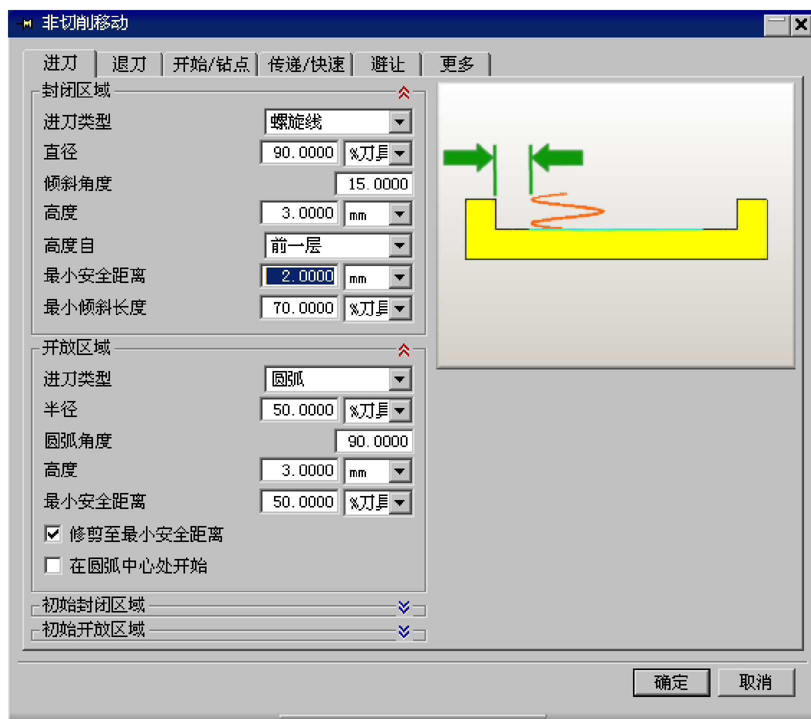


图 4.4.16 “进刀”选项卡

Stage6. 设置进给和速度

Step1. 在“深度加工轮廓”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 在“进给和速度”对话框中选中 主轴速度 (rpm) 复选框，然后在其文本框中输入值 1800.0，在 剪切 文本框中输入值 1250.0。

Step3. 在 快进 文本框中输入值 2500.0，在 进刀 文本框中输入值 500.0，在 第一刀切削 文本框中输入值 2000.0，其他选项均采用系统默认参数设置。

Step4. 单击 确定 按钮，完成进给率的设置，系统返回“深度加工轮廓”操作对话框。

Task5. 生成刀路轨迹并仿真

Step1. 在“深度加工轮廓”对话框中单击“生成”按钮，在图形区中生成图 4.4.17 所示的刀路轨迹。

Step2. 在图形区通过旋转、平移、放大视图，再单击“重播”按钮重新显示路径。可以从不同角度对刀路轨迹进行查看，以判断其路径是否合理。

Step3. 在“深度加工轮廓”对话框中单击“确认”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框。

Step4. 使用 2D 动态仿真。在“刀轨可视化”对话框中单击 2D 动态 选项卡，采用系统默认设置，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可演示 2D 动态仿真加工，完成演示后的模型如图 4.4.18 所示，单击 确定 按钮，完成仿真操作。

Step5. 在“深度加工轮廓”对话框中单击 确定 按钮，完成操作。

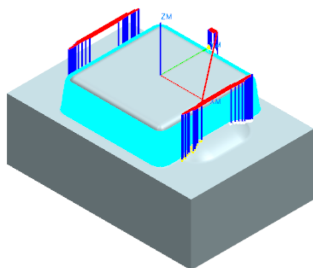


图 4.4.17　刀路轨迹

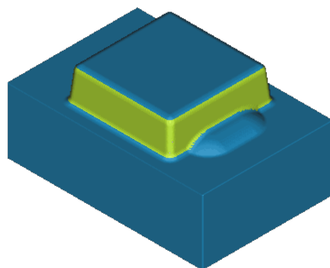


图 4.4.18　2D 仿真结果

Task6．保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

4.5　固定轴曲面轮廓铣削

固定轴曲面轮廓铣削，是一种用于精加工由轮廓曲面所形成区域的加工方式，它通过精确控制刀具轴和投影矢量，使刀具沿着非常复杂曲面的复杂轮廓运动。在固定轴曲面轮廓铣削中，是通过定义不同的驱动几何体来产生驱动点阵列，并沿着指定的投影矢量方向投影到部件几何体上，然后刀具定位到部件几何体以生成刀轨。

区域铣削驱动方式是固定轴曲面轮廓铣中常用到的驱动方式，其特点是驱动几何体由切削区域来产生，并且可以指定陡峭角度等多种不同的驱动设置，应用十分广泛。下面以图 4.5.1 所示的模型为例，讲解创建固定轴曲面轮廓铣削的一般步骤。

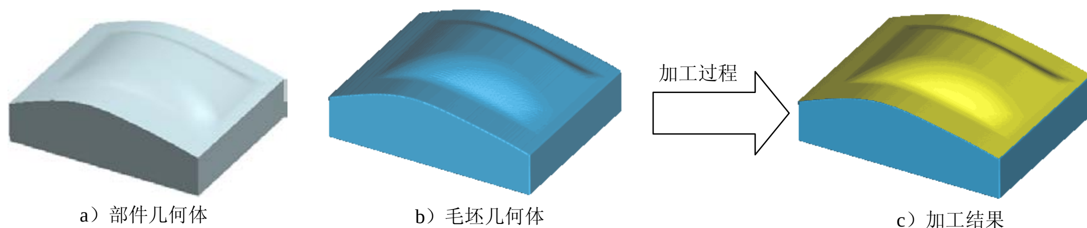


图 4.5.1　固定轴曲面轮廓铣削

Task1．打开模型文件并进入加工模块

Step1. 打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch04\ch04.05\fixed_contour.prt。

Step2. 进入加工环境。选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，系统弹出“加工

环境”对话框，在“加工环境”对话框要创建的 CAM 设置列表框中选择 mill contour 选项。单击确定按钮，进入加工环境。

Task2．创建几何体

Stage1．创建机床坐标系和安全平面

Step1．进入几何体视图。在操作导航器中右击，在快捷菜单中选择几何视图命令，双击节点 MCS_MILL，系统弹出“Mill Orient”对话框。

Step2．创建机床坐标系。在“Mill Orient”对话框机床坐标系区域中单击“CSYS 会话”按钮，在系统弹出的“CSYS”对话框类型下拉列表中选择动态选项。

Step3．单击“CSYS”对话框操控器区域中的“点对话框”按钮，在“点”对话框的 ZC 文本框中输入值 80.0，单击确定按钮，然后在“CSYS”对话框中单击确定按钮，完成图 4.5.2 所示的机床坐标系的创建。

Step4．创建安全平面。在间隙区域的安全设置选项下拉列表中选择平面选项，单击“指定安全平面”按钮，单击按钮，在偏置文本框中输入值 90.0，单击“平面构造器”对话框中的确定按钮，完成图 4.5.2 所示安全平面的创建，然后在“Mill Orient”对话框中单击确定按钮。

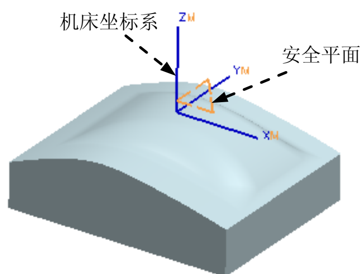


图 4.5.2 创建机床坐标系及安全平面

Stage2．创建部件几何体

Step1．在操作导航器中单击 MCS_MILL 节点前的“+”，双击节点 WORKPIECE，系统弹出“铣削几何体”对话框。

Step2．选取部件几何体。在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“部件几何体”对话框。

Step3．在“部件几何体”对话框中选择几何体单选项，单击全选按钮，系统自动选取全部零件几何体。

Step4．在“部件几何体”对话框中单击确定按钮，完成部件几何体的创建，同时系统返回到“铣削几何体”对话框。

Stage3．创建毛坯几何体

Step1．在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“毛坯几何体”对话框。

Step2．确定毛坯几何体。在选择选项区域中选择⊙ 部件的偏置单选项，在偏置文本框中输入值 0.5。单击确定按钮，完成毛坯几何体的定义。

Step3．单击“铣削几何体”对话框中的确定按钮，完成铣削几何体的定义。

Stage4．创建切削区域几何体

Step1．在操作导航器的节点 WORKPIECE 上右击，在快捷菜单中选择插入 ➡ 几何体命令，系统弹出“创建几何体”对话框。

Step2．在“创建几何体”对话框类型下拉列表中选择mill_contour选项，在几何体子类型区域中单击“MILL_AREA”按钮，在几何体下拉列表中选择WORKPIECE选项，文本框中采用系统默认名称 MILL_AREA，单击确定按钮，系统弹出“铣削区域”对话框。

Step3．在“铣削区域”对话框中单击按钮，系统弹出“切削区域”对话框，采用系统默认的选项，选取图 4.5.3 所示的切削区域，单击确定按钮，系统返回到“铣削区域”对话框。

Step4．单击“铣削区域”对话框中的确定按钮。

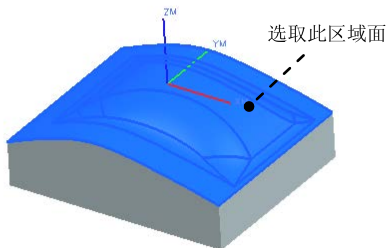


图 4.5.3　选取切削区域

Task3．创建刀具

Step1．选择下拉菜单插入(S) ➡ 刀具(T)...命令，系统弹出图 4.5.4 所示的“创建刀具”对话框。

Step2．设置刀具类型和参数。在“创建刀具”对话框类型下拉列表中选择mill_contour选项，在刀具子类型区域中单击“BALL_MILL”按钮，在位置区域的刀具下拉列表中选择NONE选项，在名称文本框中输入刀具名称 B6，单击确定按钮，系统弹出“铣刀-球头铣”对话框，在对话框中设置图 4.5.5 所示的参数，设置完成后单击确定按钮，完成刀具的创建。



图 4.5.4　“创建刀具”对话框

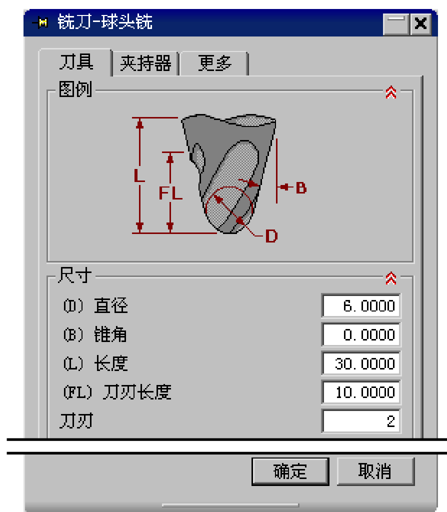


图 4.5.5　“铣刀-球头铣”对话框

Task4. 创建固定轴曲面轮廓铣操作

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 确定加工方法。在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 操作子类型 区域中单击“FIXED_CONTOUR”按钮，在 刀具 下拉列表中选择 B6 (Milling Tool-Ball Mill) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 MILL_AREA 选项，在 方法 下拉列表中选择 MILL_FINISH 选项，单击 确定 按钮，系统弹出图 4.5.6 所示的“固定轮廓铣”对话框。

Stage2. 设置驱动几何体

设置驱动方式。在“固定轮廓铣”对话框 驱动方法 区域的 方法 下拉列表中选择 区域铣削 选项，系统弹出“区域铣削驱动方法”对话框，在此对话框中设置图 4.5.7 所示的参数，完成后单击 确定 按钮，系统返回到“固定轮廓铣”对话框。

图 4.5.7 所示的“区域铣削驱动方法”对话框中部分选项说明如下：

- 陡峭空间范围：用来指定陡峭的范围。
  - ☑ 无：不区分陡峭，加工整个切削区域。
  - ☑ 非陡峭：只加工部件表面角度小于陡峭角的切削区域。
  - ☑ 定向陡峭：只加工部件表面角度大于陡峭角的切削区域。
- 步距已应用：用于定义步距的测量沿平面还是沿部件。
  - ☑ 在平面上：沿垂直于刀轴的平面测量步距，适合非陡峭区域。

☑ 在部件上：沿部件表面测量步距，适合陡峭区域。

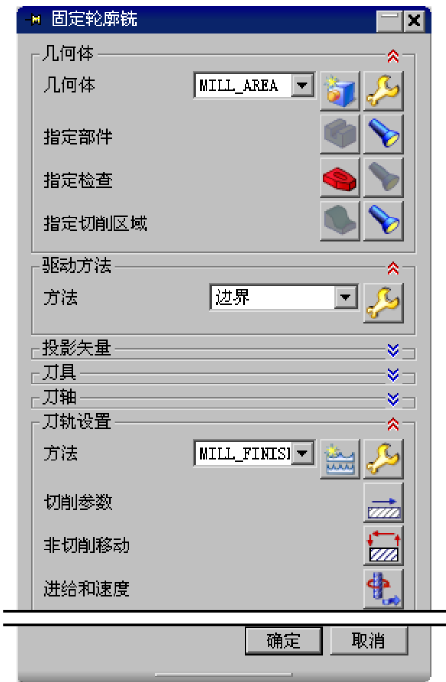


图 4.5.6　“固定轮廓铣”对话框

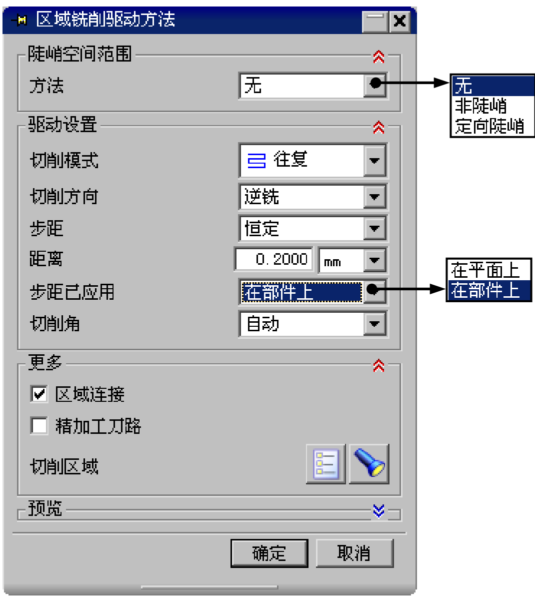


图 4.5.7　“区域铣削驱动方法”对话框

Stage3．设置切削参数

Step1．单击“固定轮廓铣”对话框中的“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2．在“切削参数”对话框中单击 策略 选项卡，其参数设置如图 4.5.8 所示。

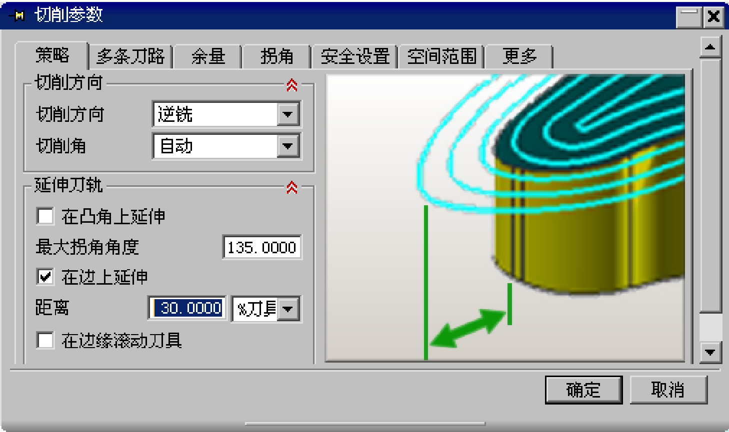


图 4.5.8　“策略”选项卡

Step3．在“切削参数”对话框中单击 余量 选项卡，其参数设置如图 4.5.9 所示，单击 确定 按钮。

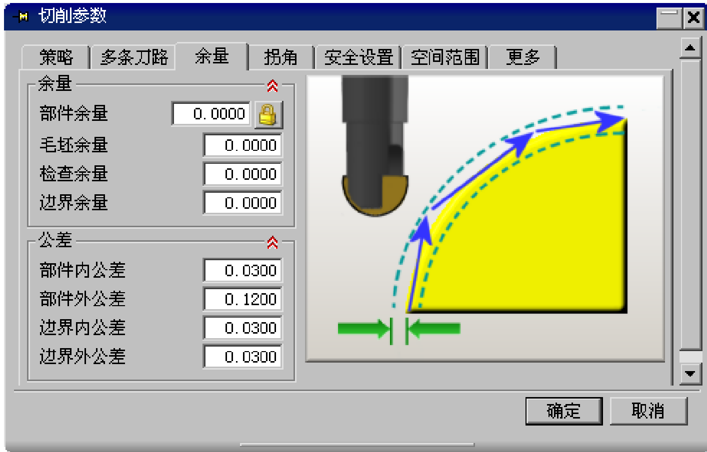


图 4.5.9　“余量”选项卡

Stage4．设置进给和速度

Step1．在“固定轮廓铣”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．在“进给和速度”对话框中选中主轴速度 (rpm)复选框，然后在其文本框中输入值 1600.0，在剪切文本框中输入值 1250.0。

Step3．在快进文本框中输入值 3000.0，在进刀文本框中输入值 600.0，其他选项均采用系统默认参数设置。

Step4．单击确定按钮，系统返回“固定轮廓铣”对话框。

Task5．生成刀路轨迹并仿真

Step1．在“固定轮廓铣”对话框中单击“生成”按钮，在图形区中生成图 4.5.10 所示的刀路轨迹。

Step2．在“固定轮廓铣”对话框中单击“确认”按钮，在系统弹出的“刀轨可视化”对话框中单击2D 动态选项卡，单击“播放”按钮，即可演示刀具按刀轨运行，完成演示后的模型如图 4.5.11 所示，单击确定按钮，完成仿真操作。

Step3．在“固定轮廓铣”对话框中单击确定按钮，完成操作。

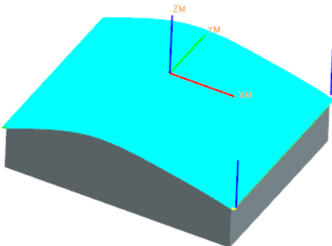


图 4.5.10　刀路轨迹

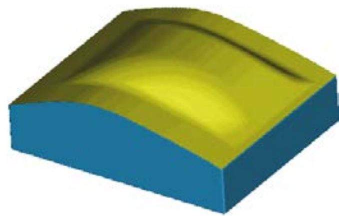


图 4.5.11　2D 仿真结果

Task6．保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

4.6　流线驱动铣削

流线驱动铣削也是一种曲面轮廓铣。创建操作时，需要指定流曲线和交叉曲线来形成网格驱动，加工时刀具沿着曲面的 U-V 方向或是曲面的网格方向进行加工，其中流曲线确定刀具的单个行走路径，交叉曲线确定刀具的行走范围。下面以图 4.6.1 所示的模型为例，讲解创建流线驱动铣削的一般步骤。

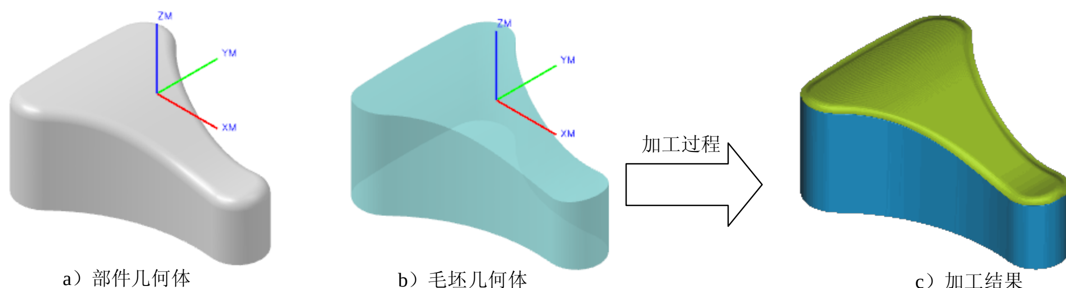


图 4.6.1　流线驱动铣削

Task1．打开模型文件并进入加工模块

打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch04\ch04.06\streamline.prt，系统进入加工环境。

Task2．创建几何体

Stage1．创建部件几何体

Step1．在操作导航器中单击 MCS_MILL 节点前的“+”，双击节点 WORKPIECE，系统弹出“铣削几何体”对话框。

Step2．在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“部件几何体”对话框。

Step3．在“部件几何体”对话框中选择 几何体 单选项，在图形区选取图 4.6.2 所示的部件几何体。

Step4．单击 确定 按钮，完成部件几何体的创建，系统返回到“铣削几何体”对话框。

说明：模型文件中的机床坐标系已经创建好了，所以直接创建部件几何体。

Stage2．创建毛坯几何体

Step1．在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“毛坯几何体”对话框。

Step2．在“毛坯几何体”对话框 选择选项 区域中选择 几何体 单选项，选取图 4.6.3 所示

的几何体，单击 确定 按钮，系统返回到“铣削几何体”对话框。

Step3. 单击“铣削几何体”对话框中的 确定 按钮，完成毛坯几何体的定义。

Step4. 完成后在图 4.6.3 所示的毛坯几何体上单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中，选择 隐藏(H) 命令，将该几何体隐藏起来。

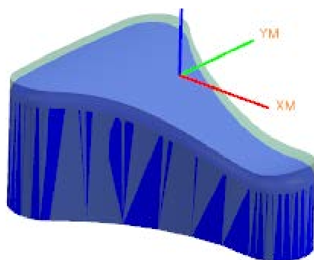


图 4.6.2 部件几何体

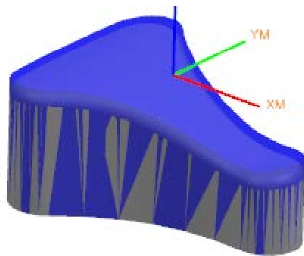


图 4.6.3 毛坯几何体

Task3. 创建刀具

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出“创建刀具”对话框。

Step2. 在“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 刀具子类型 区域中单击“BALL_MILL”按钮，在 名称 文本框中输入 D8，单击 确定 按钮，系统弹出“铣刀-球头铣”对话框，

Step3. 在“铣刀-球头铣”对话框 (D) 直径 文本框中输入值 8.0，在 (L) 长度 文本框中输入值 30.0，在 (FL) 刀刃长度 文本框中输入值 10.0，完成后单击 确定 按钮，完成刀具的创建。

Task4. 创建流线驱动铣操作

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 操作子类型 区域中单击“STREAMLINE”按钮，在 程序 下拉列表中选择 NC_PROGRAM 选项，在 刀具 下拉列表中选择 D8 (Milling Tool-Ball Mill) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在 方法 下拉列表中选择 MILL_FINISH 选项，使用系统默认的名称。

Step3. 单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出图 4.6.4 所示的“流线”对话框。

Stage2. 指定切削区域

在“流线”对话框中单击按钮，系统弹出“切削区域”对话框，采用系统默认的选项，选取图 4.6.5 所示的切削区域，单击 确定 按钮，系统返回到“流线”对话框。

Stage3．设置驱动几何体

Step1．单击“流线”对话框中驱动方法区域流线右侧的“编辑”按钮，系统弹出图 4.6.6 所示的“流线驱动方法”对话框。

Step2．单击“流线驱动方法”对话框中流曲线区域的* 选择曲线 (0)按钮，在图形区中选取图 4.6.7 所示的曲线 1，按鼠标中键确定，然后再选取曲线 2，按鼠标中键确定，此时在图形区中生成图 4.6.8 所示的流曲线。

说明：选取曲线 1 和曲线 2 时，需要靠近相同的一端选取，此时曲线上的箭头方向才会一致。

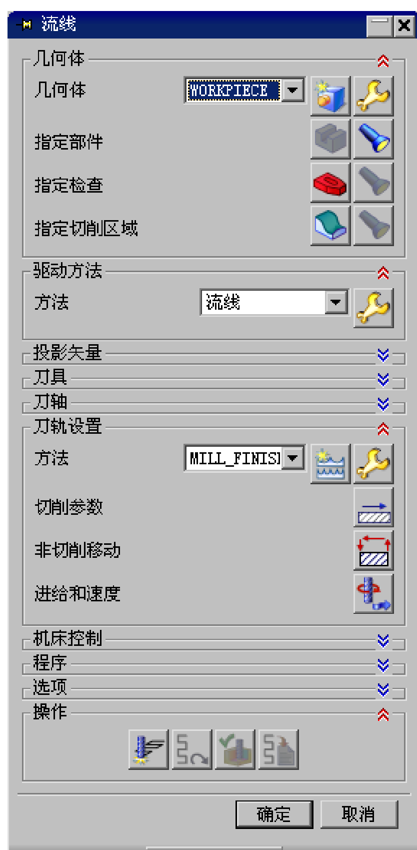


图 4.6.4　“流线”对话框



图 4.6.6　“流线驱动方法”对话框

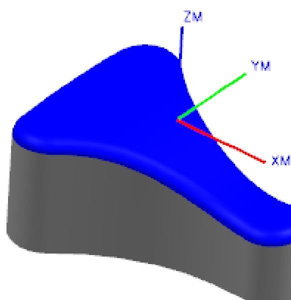


图 4.6.5　切削区域

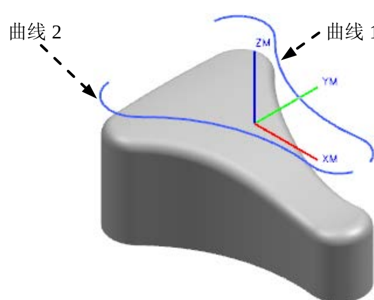


图 4.6.7　选择流曲线

Step3. 在“流线驱动方法”对话框 刀具位置 下拉列表中选择 开 选项，在 切削模式 下拉列表中选择 往复 选项，在 步距 下拉列表中选择 数量 选项，在 步距数 文本框中输入值 50.0，单击 确定 按钮，系统返回到“流线”对话框。

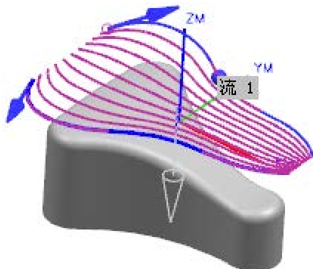


图 4.6.8 生成的流曲线

Stage4. 设置投影矢量和刀轴

在“流线”对话框 投影矢量 区域的 矢量 下拉菜单中选择 刀轴 选项，在 刀轴 区域的 轴 下拉菜单中选择 +ZM 轴 选项。

Stage5. 设置切削参数

Step1. 单击“流线”对话框的“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中单击 多条刀路 选项卡，其参数设置如图 4.6.9 所示。

Step3. 单击 确定 按钮，系统返回“流线”对话框。

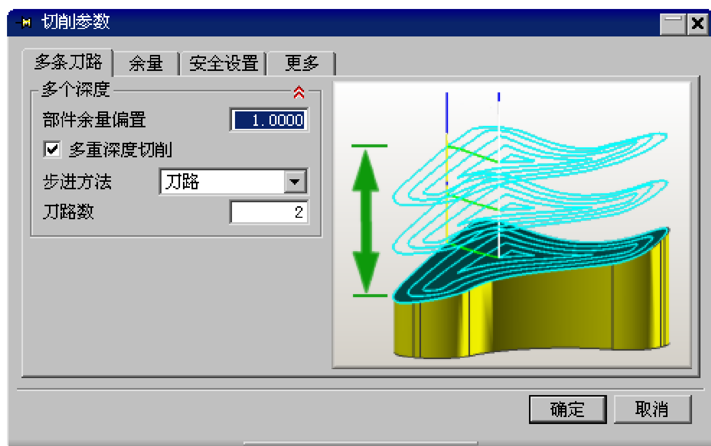


图 4.6.9 “多条刀路”选项卡

说明：设置多条刀路选项是为了控制刀具的每次切削深度，避免一次性切削过深，减小刀具压力。

Stage6. 设置非切削移动参数

Step1．在“流线”对话框中单击“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2．单击“非切削移动”对话框中的 进刀 选项卡，其参数设置如图 4.6.10 所示。

Step3．单击“非切削移动”对话框中的 确定 按钮，完成非切削移动参数的设置。

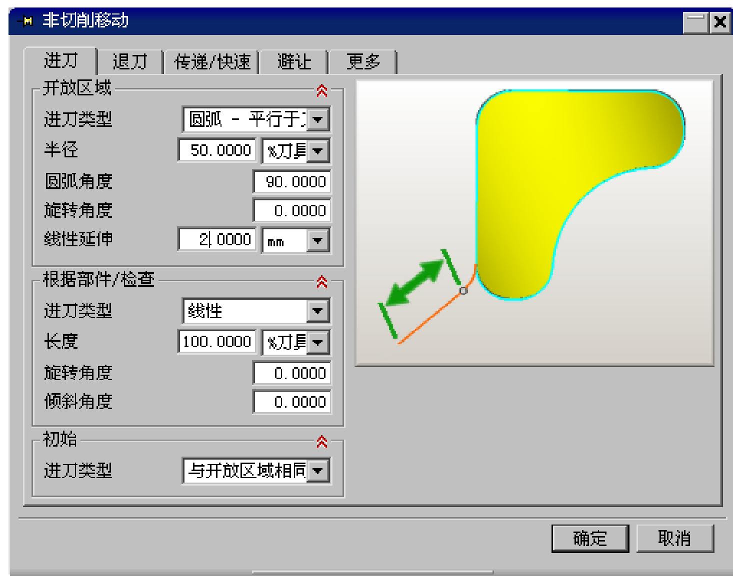


图 4.6.10　“进刀”选项卡

Stage7．设置进给和速度

Step1．单击“流线”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．在“进给和速度”对话框中选中 ☑ 主轴速度 (rpm) 复选框，然后在其文本框中输入值 1600.0，在 剪切 文本框中输入值 1250.0，在 快进 文本框中输入值 3000.0，在 进刀 文本框中输入值 600.0，其他选项采用系统默认参数设置。

Step3．单击 确定 按钮，系统返回“流线”对话框。

Task5．生成刀路轨迹并仿真

Step1．单击“流线”对话框中的“生成”按钮，在系统弹出的“刀轨生成”对话框中单击 确定 按钮后，图形区中生成图 4.6.11 所示的刀路轨迹。

Step2．单击“流线”对话框中的“确认”按钮，在系统弹出的“刀轨可视化”对话框中单击 2D 动态 选项卡，单击“播放”按钮，即可演示 2D 仿真加工，完成演示后的模型如图 4.6.12 所示，单击 确定 按钮，完成仿真操作。

Step3．在“流线”对话框中单击 确定 按钮，完成操作。

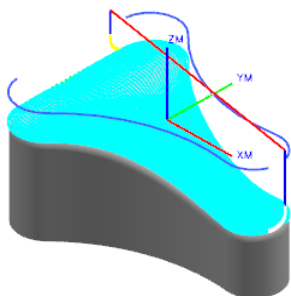
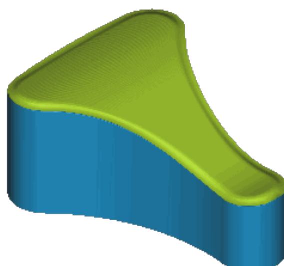


图 4.6.11 刀路轨迹

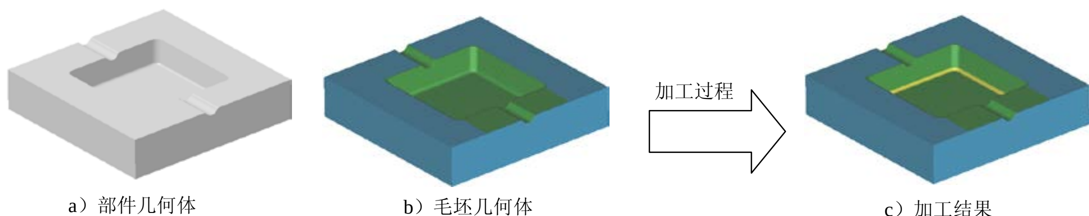

图 4.6.12 2D 仿真结果

Task6．保存文件

选择下拉菜单 文件(F) ➡ 保存(S) 命令，保存文件。

4.7 清 根 切 削

清根一般用于加工零件加工区的边缘和凹处，以清除这些区域中前面操作未切削的材料，这些材料通常是由于前面操作中刀具直径较大而残留下来的，必须用直径较小的刀具来清除它们。需要注意的是只有当刀具与零件表面同时有两个接触点时，才能产生清根切削刀轨。在清根切削中，系统会自动根据部件表面的凹角来生成刀轨，单路清根只能生成一条切削刀路。下面以图 4.7.1 所示的模型为例，讲解创建单路清根切削的一般步骤。



a）部件几何体　b）毛坯几何体　c）加工结果

图 4.7.1 清根切削

Task1．打开模型文件并进入加工模块

打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch04\ch04.07\ashtray01.prt，系统进入加工环境。

Task2．创建刀具

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) ➡ 刀具(T)... 命令，系统弹出图 4.7.2 所示的“创建刀具”对话框。

Step2. 确定刀具类型。在“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 刀具子类型 区域中单击“BALL_MILL”按钮，在 刀具 下拉列表中选择 GENERIC_MACHINE 选项，在 名称 文本框中输入 D4，单击 确定 按钮，系统弹出“铣刀-球头刀”对话框。

Step3. 设置刀具参数。在“铣刀-球头铣”对话框中设置图 4.7.3 所示的刀具参数，单击 确定 按钮，完成刀具的创建。



图 4.7.2　“创建刀具”对话框

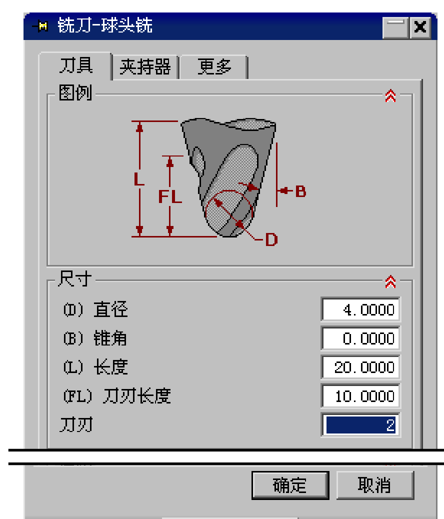


图 4.7.3　“铣刀-球头铣”对话框

Task3. 创建单路清根操作

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 确定加工方法。在图 4.7.4 所示的“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 操作子类型 区域中选择“FLOWCUT_SINGLE”按钮，在 刀具 下拉列表中选择 D4 (Milling Tool-Ball Mill) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在 方法 下拉列表中选择 MILL_FINISH 选项，单击 确定 按钮，系统弹出图 4.7.5 所示的“单刀路清根”对话框。

Stage2. 指定切削区域

Step1. 单击“单刀路清根”对话框中的“切削区域”按钮，系统弹出“切削区域”对话框。

Step2. 在绘图区选取图 4.7.6 所示的切削区域，单击 确定 按钮，系统返回到“单刀路清根”对话框。

Stage3. 设置进给和速度

Step1. 单击“单刀路清根”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 在“进给和速度”对话框中选中 ☑ 主轴速度 (rpm) 复选框，然后在其文本框中输

入值 1600.0，在剪切文本框中输入值 1250.0，在快进文本框中输入值 3000.0，在进刀文本框中输入值 500.0，其他选项均采用系统默认参数设置。



图 4.7.4　“创建操作”对话框



图 4.7.5　“单刀路清根”对话框

Step3. 单击“进给和速度”对话框中的确定按钮，完成切削参数的设置，系统返回到“单刀路清根”对话框。

Task4．生成刀路轨迹并仿真

Step1. 在“单刀路清根”对话框中单击“生成”按钮，在图形区中生成图 4.7.7 所示的刀路轨迹。

Step2. 在“单刀路清根”对话框中单击“确认”按钮，在系统弹出的“刀轨可视化”对话框中单击2D 动态选项卡，单击“播放”按钮，即可演示 2D 仿真加工，完成演示后的模型如图 4.7.8 所示，仿真完成后单击确定按钮，然后在“单刀路清根”对话框中单击确定按钮，完成操作。

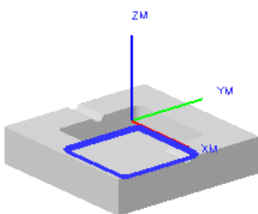


图 4.7.6　选取切削区域

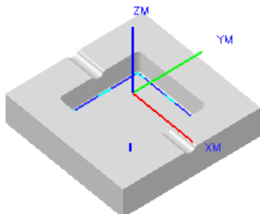
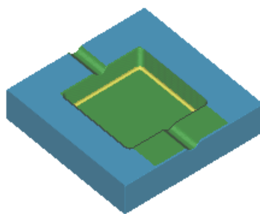


图 4.7.7　刀路轨迹


图 4.7.8　2D 仿真结果

Task5．保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

说明：多路清根通过选择“FLOWCUT_MULTIPLE”按钮，设置清根偏置数，从而在中心清根的两侧生成多条切削路径，读者可通过打开 D:\ugnx7.9\work\ch04\ch04.07\ashtray02_ok.prt 来观察，其刀路轨迹和 2D 仿真结果分别如图 4.7.9 和图 4.7.10 所示。

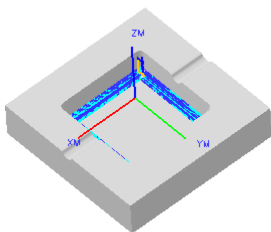


图 4.7.9　刀路轨迹

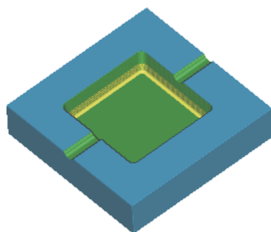
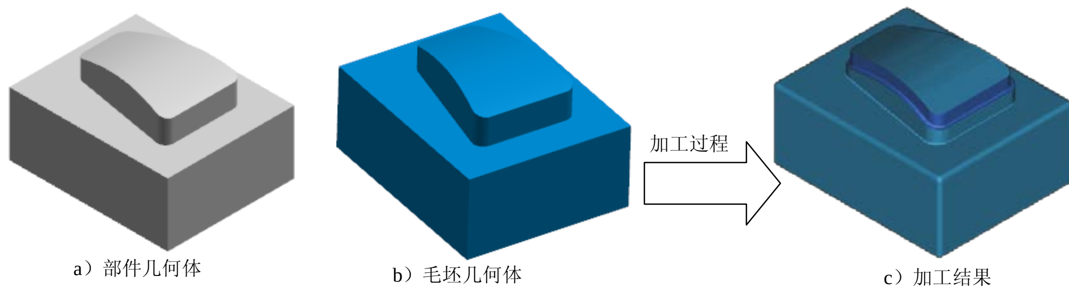


图 4.7.10　2D 仿真结果

4.8　3D 轮廓加工

3D 轮廓加工是一种特殊的三维轮廓铣削，常用于修边，它的切削路径取决于模型中的边或曲线。刀具到达指定的边或曲线时，通过设置刀具在 ZC 方向的偏置来确定加工深度。下面以图 4.8.1 所示的模型为例，讲解创建 3D 轮廓加工操作的一般步骤。



a）部件几何体　　b）毛坯几何体　　c）加工结果

图 4.8.1　3D 轮廓加工

Task1．打开模型文件

打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch04\ch04.08\profile_3d.prt。

Task2．创建刀具

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出“创建刀具”对话框。

Step2．在“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 刀具子类型 区域中选择“MILL”按钮，在 名称 文本框中输入 D5R1，单击 确定 按钮，系统弹出“铣刀-5 参数”对话框。

Step3．设置刀具参数。在“铣刀-5 参数”对话框 (D) 直径 文本框中输入值 5.0，在

(R1) 底圆角半径文本框中输入值 1.0，在(L) 长度文本框中输入值 30.0，在(FL) 刀刃长度文本框中输入值 20.0，其他参数按默认系统参数设置，单击确定按钮，完成刀具的创建。

Task3. 创建 3D 轮廓加工操作

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单插入(S) → 操作(E)...命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 确定加工方法。在“创建操作”对话框类型下拉列表中选择mill_contour选项，在操作子类型区域中单击“PROFILE_3D”按钮，在刀具下拉列表中选择D5R1 (Milling Tool-5 Parameters)选项，在几何体下拉列表中选择WORKPIECE选项，在方法下拉列表中选择METHOD选项，单击确定按钮，系统弹出图 4.8.2 所示的“轮廓 3D”对话框。

Stage2. 指定部件边界

Step1. 单击“轮廓 3D”对话框中的“指定部件边界”右侧的按钮，系统弹出“边界几何体”对话框。

Step2. 在“边界几何体”对话框材料侧下拉列表中选择内部选项，在模式下拉列表中选择曲线/边...选项，系统弹出“创建边界”对话框，在模型中选取图 4.8.3 所示的边线串为边界，单击确定按钮，返回到“边界几何体”对话框。

Step3. 单击“边界几何体”对话框中的确定按钮，返回到“轮廓 3D”对话框。



图 4.8.2 “轮廓 3D”对话框

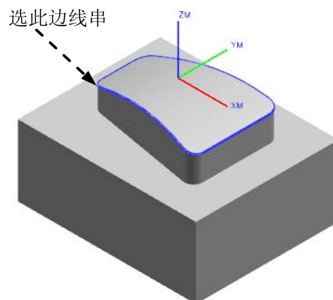


图 4.8.3 指定边界曲线

Stage3．设置深度偏置

在“轮廓 3D”对话框部件余量文本框中输入值 0.0，在Z-深度偏置文本框中输入值 5.0。

Stage4．设置切削参数

Step1．单击“轮廓 3D”对话框中“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2．单击“切削参数”对话框中的多条刀路选项卡，其参数设置如图 4.8.4 所示。

Step3．单击“切削参数”对话框中的确定按钮，系统返回到“轮廓 3D”对话框。

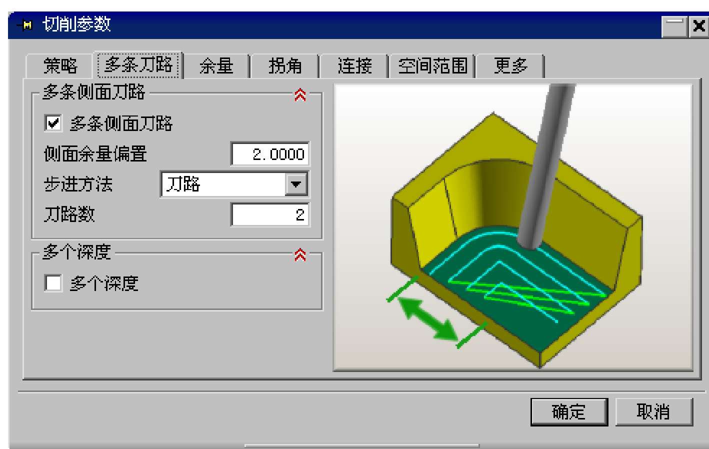


图 4.8.4　“多条刀路”选项卡

Stage5．设置非切削移动参数

Step1．单击“轮廓 3D”对话框中的“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2．单击“非切削移动”对话框中的进刀选项卡，在进刀类型下拉列表中选择沿形状斜进刀选项，在开放区域区域的进刀类型下拉列表中选择圆弧选项。

Step3．单击“非切削移动”对话框中的确定按钮，完成非切削移动参数的设置。

Stage6．设置进给和速度

Step1．单击“轮廓 3D”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．在“进给和速度”对话框中选中主轴速度（rpm）复选框，然后在其文本框中输入值 1200.0，在剪切文本框中输入值 1000.0，在进刀文本框中输入值 300.0，其他采用系统默认参数设置。

Step3．单击“进给和速度”对话框中的确定按钮，完成进给和速度的设置，系统返

回到“轮廓 3D”对话框。

Task4. 生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 4.8.5 所示，2D 动态仿真加工后的零件模型如图 4.8.6 所示。

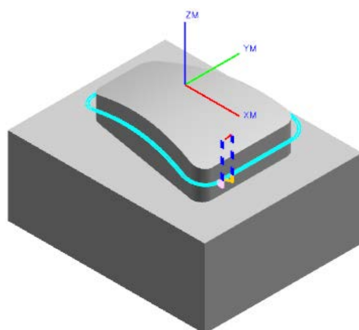


图 4.8.5 刀路轨迹

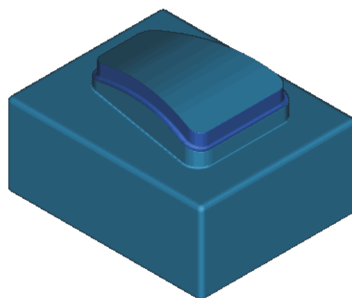


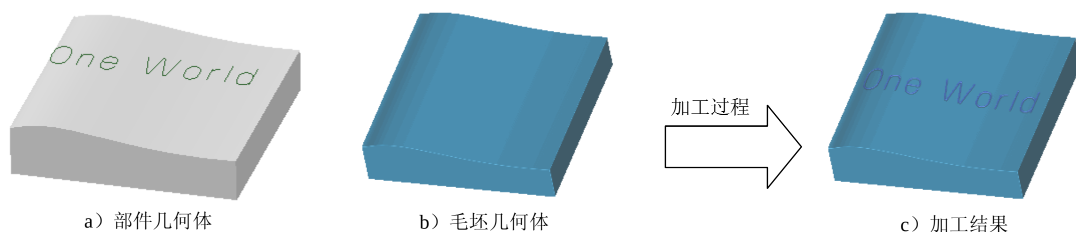
图 4.8.6 2D 仿真结果

Task5. 保存文件

选择下拉菜单 文件(F) ➡ 保存(S) 命令，保存文件。

4.9 刻 字

在很多情况下，需要在产品的表面上雕刻零件信息和标识，即刻字。UG NX 7.0 中刻字操作提供了这个功能，它使用制图模块中注释编辑器定义的文字，来生成刀路轨迹。创建刻字操作应注意，如果加入的字是实心的，那么一个笔画可能是由好几条线组成的一个封闭的区域，这时候如果刀尖半径很小，那么这些封闭的区域很可能不被完全切掉。下面以图 4.9.1 所示的模型为例，讲解创建刻字铣削的一般步骤。



a）部件几何体　b）毛坯几何体　c）加工结果

图 4.9.1 刻字

Task1. 打开模型文件并进入加工模块

Step1. 打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch04\ch04.09\text.prt。

Step2. 进入加工环境。选择下拉菜单 开始 ➡ 加工(N)... 命令，在系统弹出的“加工环境”对话框 要创建的 CAM 设置 列表框中选择 mill contour 选项。单击 确定 按钮，进入加

工环境。

Task2．创建几何体

Stage1．创建机床坐标系和安全平面

Step1．在操作导航器的几何体视图中双击节点 MCS_MILL，系统弹出“Mill Orient”对话框。

Step2．创建机床坐标系。在“Mill Orient”对话框的机床坐标系区域中单击“CSYS 会话”按钮，在系统弹出的“CSYS”对话框类型下拉列表中选择动态选项。

Step3．单击“CSYS”对话框操控器区域中的“点对话框”按钮，在“点”对话框的 ZC 文本框中输入值 2.0，单击确定按钮，完成图 4.9.2 所示的机床坐标系的创建，然后单击确定按钮，系统返回到“Mill Orient”对话框。

Step4．创建安全平面。在间隙选项区域的安全设置选项下拉列表中选择平面选项，单击“指定安全平面”按钮，然后在“平面构造器”对话框偏置文本框中输入值 5.0，单击“平面构造器”对话框中的确定按钮，完成图 4.9.3 所示的安全平面的创建，系统返回到“Mill Orient”对话框，单击确定按钮。

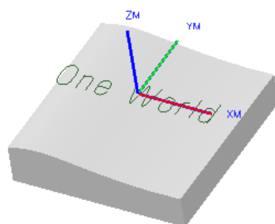


图 4.9.2　创建坐标系

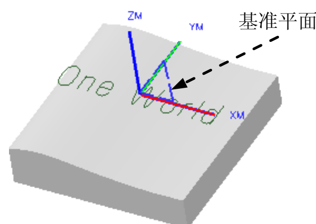


图 4.9.3　创建安全平面

Stage2．创建部件几何体

Step1．在操作导航器中单击 MCS_MILL 节点前的“+”，然后双击节点 WORKPIECE，系统弹出“铣削几何体”对话框。

Step2．选取部件几何体。在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“部件几何体”对话框。

Step3．在“部件几何体”对话框中选择 几何体单选项，单击全选按钮，系统自动选取全部零件几何体。

Step4．在“部件几何体”对话框中单击确定按钮，完成部件几何体的创建，同时系统返回到“铣削几何体”对话框。

Stage3．创建毛坯几何体

Step1．在“铣削几何体”对话框中单击“选择或编辑毛坯几何体”按钮，系统弹出

“毛坯几何体”对话框。

Step2. 在“毛坯几何体”对话框中选择 几何体 单选项，单击 全选 按钮，系统自动选取全部零件为毛坯几何体。单击 确定 按钮，系统返回到“铣削几何体”对话框。

Step3. 单击“铣削几何体”对话框中的 确定 按钮。

Task3. 创建刀具

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出图 4.9.4 所示的“创建刀具”对话框。

Step2. 设置刀具类型和参数。在“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 刀具子类型 区域中单击“BALL_MILL”按钮，在 位置 区域的 刀具 下拉列表中选择 NONE 选项，在 名称 文本框中输入刀具名称 BALL_MILL，单击 确定 按钮，系统弹出“铣刀-球头铣”对话框，在对话框中设置图 4.9.5 所示的参数，设置完成后单击 确定 按钮，完成刀具的创建。

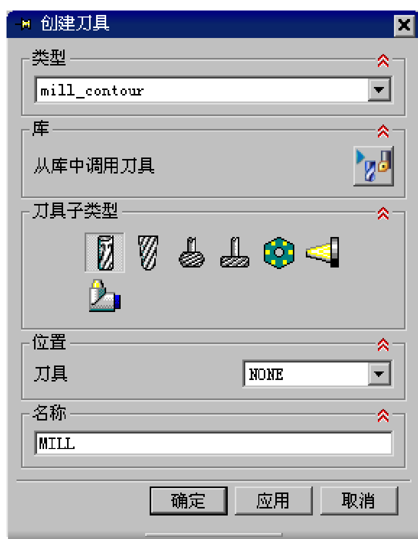


图 4.9.4 “创建刀具”对话框

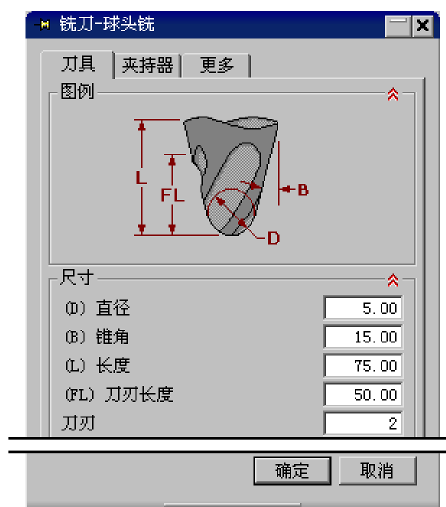


图 4.9.5 “铣刀-球头铣”对话框

Task4. 创建刻字操作

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 确定加工方法。在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 操作子类型 区域中单击“CONTOUR_TEXT”按钮，在 程序 下拉列表中选择 PROGRAM 选项，在

刀具下拉列表中选择BALL_MILL (Milling Tool-Ball Mill)选项，在几何体下拉列表中选择WORKPIECE选项，在方法下拉列表中选择MILL_FINISH选项，单击确定按钮，系统弹出图 4.9.6 所示的“轮廓文本”对话框。

Stage2．显示刀具和几何体

Step1．显示刀具。在“轮廓文本”对话框刀具选项卡的刀具区域中单击“编辑/显示”按钮，系统弹出“铣刀-球头铣”对话框，同时在图形区中显示刀具的形状及大小，如图 4.9.7 所示，然后单击确定按钮。

Step2．显示部件几何体。在“轮廓文本”对话框几何体区域中单击“显示”按钮，在图形区中显示部件几何体，如图 4.9.8 所示。

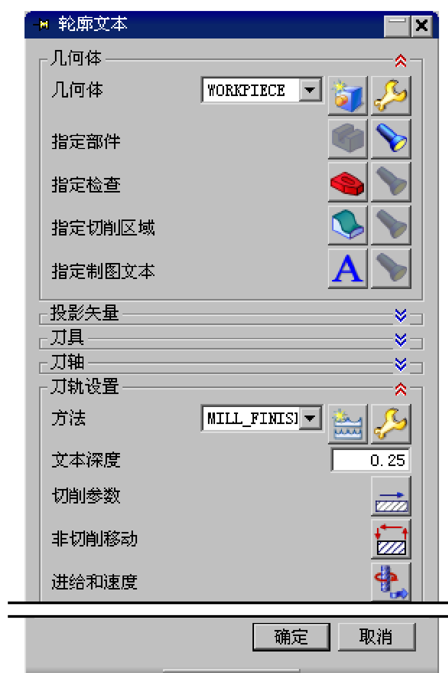


图 4.9.6　“轮廓文本”对话框

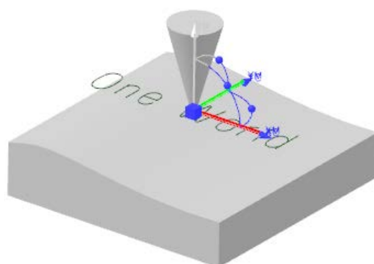


图 4.9.7　显示刀具

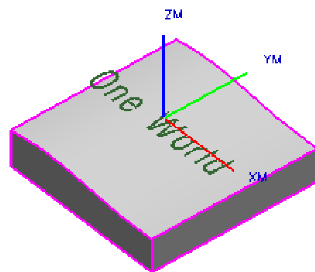


图 4.9.8　显示部件几何体

Stage3．指定制图文本

Step1．在“轮廓文本”对话框中单击指定制图文本右侧的 A 按钮，系统弹出图 4.9.9 所示的“文本几何体”对话框。

Step2．在绘图区中选取图 4.9.10 所示的文本，单击确定按钮返回到“轮廓文本”对话框。

Step3．设置文本深度。在“轮廓文本”对话框文本深度文本框中输入值 0.25。

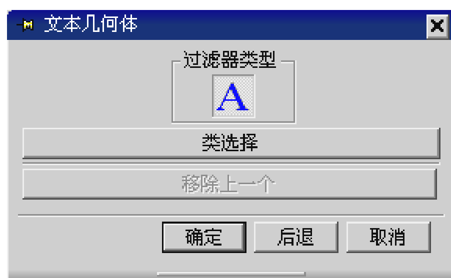


图 4.9.9 “文本几何体”对话框

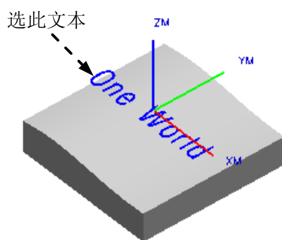


图 4.9.10 选取制图文本

Stage4．设置切削参数

Step1．单击“轮廓文本”对话框中的“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2．在“切削参数”对话框中单击 余量 选项卡，其参数设置如图 4.9.11 所示，单击 确定 按钮。

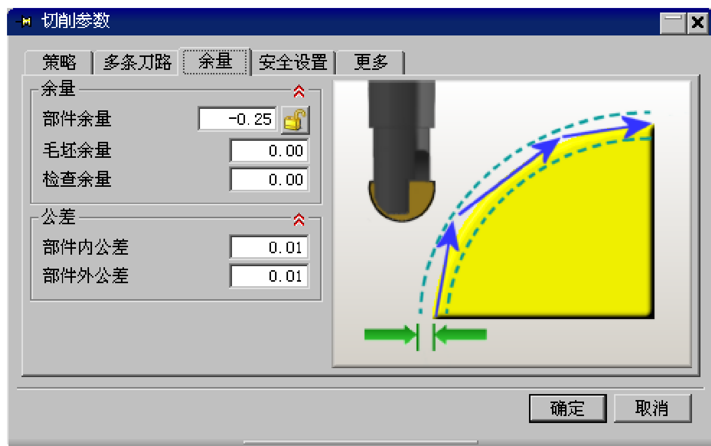


图 4.9.11 “余量”选项卡

Stage5．设置非切削移动参数

Step1．在“轮廓文本”对话框中单击“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2．单击“非切削移动”对话框中的 进刀 选项卡，其参数设置如图 4.9.12 所示，完成后单击 确定 按钮。

Stage6．设置进给和速度

Step1．在“轮廓文本”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．在“进给和速度”对话框中选中 ☑ 主轴速度 (rpm) 复选框，然后在其文本框中输

入值 1200。

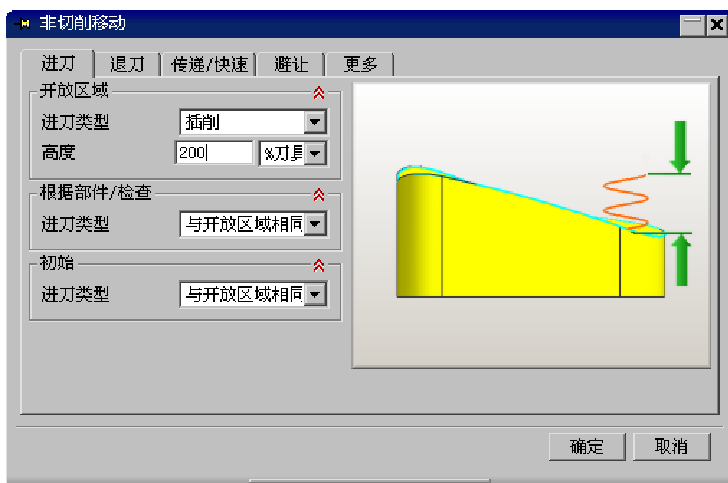


图 4.9.12　“进刀”选项卡

Step3. 在剪切文本框中输入值 3000.0，在快进文本框中输入值 2500.0，在进刀文本框中输入值 500.0，在第一刀切削文本框中输入值 300.0，其他选项均采用系统默认参数设置。

Step4. 单击确定按钮，完成进给率的设置，系统返回“轮廓文本”对话框。

Task5．生成刀路轨迹并仿真

Step1. 在“轮廓文本”对话框中单击“生成”按钮，在图形区中生成图 4.9.13 所示的刀路轨迹。

Step2. 在“轮廓文本”对话框中单击“确认”按钮，在系统弹出的“刀轨可视化”对话框中单击2D 动态选项卡，单击“播放”按钮，即可演示刀具按刀轨运行，完成演示后的模型如图 4.9.14 所示，仿真完成后单击确定按钮，然后在“轮廓文本”对话框中单击确定按钮，完成操作。

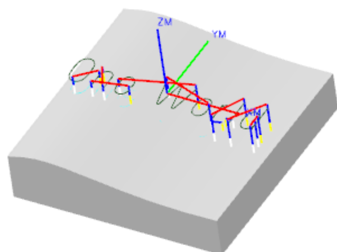


图 4.9.13　刀路轨迹



图 4.9.14　2D 仿真结果

Task6．保存文件

选择下拉菜单文件(F) → 保存(S)命令，保存文件。

第 5 章　多 轴 加 工

本章提要　多轴加工也称变轴加工，是在切削加工中，加工轴矢量不断变化的一种加工方式。本章通过典型的范例讲解了 UG NX 7.0 中多轴加工的一般流程及操作方法，读者从中不仅可以领会 UG NX 7.0 中多轴加工的方法，并可学习到多轴加工的基本概念。

5.1　概　　述

多轴加工是指使用坐标系为四轴或五轴以上的机床加工结构复杂，控制精度高，加工程序复杂的数控加工。多轴加工适用于加工复杂的曲面、斜轮廓以及不同平面上的孔系等。由于在加工过程中刀具与工件的位置是可以随时调整的，刀具与工件能达到最佳切削状态，从而提高机床加工效率。多轴加工能够提高复杂机械零件的加工精度，因此，它在制造业中发挥着重要的作用。在多轴加工中，五轴加工应用范围最为广泛，所谓五轴加工是指在一台机床上至少有五个坐标系（三个直线坐标系和两个旋转坐标系），而且可在计算机数控系统（CNC）的控制下协调运动进行加工。五轴联动数控技术对工业制造特别是对航空、航天、军事工业有重要影响，由于其特殊的地位，国际上把五轴联动数控技术作为衡量一个国家生产设备自动化水平的标志。

5.2　多轴加工的子类型

在“创建操作”对话框类型下拉列表框中选择mill_multi-axis选项，系统弹出“创建操作”对话框，包含多轴加工操作的 9 种操作子类型，如图 5.2.1 所示。

图 5.2.1 所示的“创建操作”对话框中各按钮说明如下：

- A1（VARIABLE_CONTOUR）：可变轮廓铣。
- A2（VARIABLE_STREAMLINE）：可变流线铣。
- A3（CONTOUR_PROFILE）：外形轮廓加工。
- A4（VC_MULTI_DEPTH）：多轴深度偏置铣削。
- A5（VC_BOUNDARY_ZZ_LEAD_LAG）：多轴边界驱动曲面轮廓铣。
- A6（VC_SURF_AREA_ZZ_LEAD_LAG）：多轴曲面驱动曲面轮廓铣。
- A7（FIXED_CONTOUR）：固定轴曲面轮廓铣。
- A8（ZLEVEL_5AXIS）：深度加工 5 轴铣削。

- A9（SEQUENTIAL_MILL）：顺序铣。

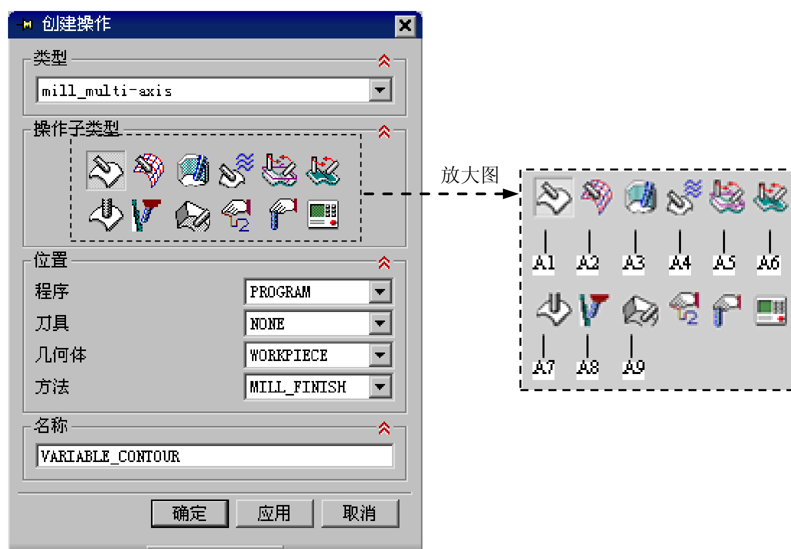
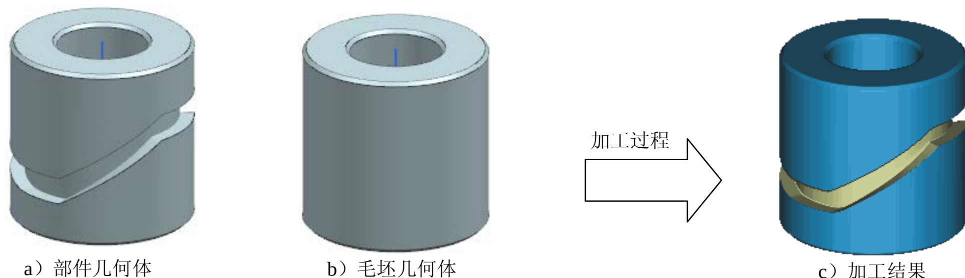


图 5.2.1　“创建操作”对话框

5.3　可变轴轮廓铣

可变轴轮廓铣可以精确地控制刀轴和投影矢量使刀具沿着非常复杂的曲面运动。其中刀轴的方向是指刀具的中心指向夹持器的矢量方向，它可以通过输入坐标值、指定几何体、设置刀轴与零件表面的法向矢量的关系，或设置刀轴与驱动面法向矢量的关系来确定。

下面以图 5.3.1 所示的模型来说明创建可变轴轮廓铣操作的一般步骤。



a）部件几何体　b）毛坯几何体　c）加工结果

图 5.3.1　可变轴轮廓铣

Task1．打开模型文件并进入加工模块

Step1．打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch05\ch05.03\cylinder_cam.prt。

Step2．进入加工环境。选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，在系统弹出的“加工环境”对话框 要创建的 CAM 设置 列表框中选择 mill_multi-axis 选项，然后单击 确定 按钮，进入多轴加工环境。

Task2．创建几何体

Stage1．创建机床坐标系和安全平面

Step1．进入几何视图。在操作导航器的空白处右击，在系统弹出的快捷菜单中选择 几何视图 命令，在操作导航器中双击节点 MCS，系统弹出“Mill Orient”对话框。

Step2．创建机床坐标系。

（1）在“Mill Orient”对话框的 机床坐标系 区域中单击“CSYS 会话”按钮，系统弹出“CSYS”对话框，在 类型 下拉列表中选择 动态 选项。

（2）拖动机床坐标系的原点至图 5.3.2 所示边线圆心的位置，单击 确定 按钮，此时系统返回至“Mill Orient”对话框。

Step3．创建安全平面。

（1）在“Mill Orient”对话框 间隙 区域 安全设置选项 下拉列表中选择 平面 选项，单击“指定安全平面”按钮，系统弹出“平面构造器”对话框。

（2）选取图 5.3.3 所示的平面，在 偏置 文本框中输入值 10.0，单击 确定 按钮，系统返回到“Mill Orient”对话框，完成安全平面的创建。

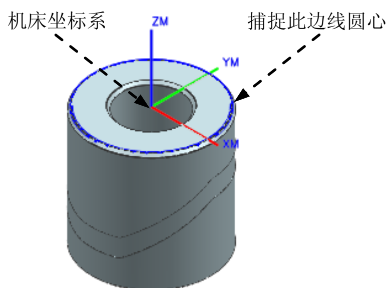


图 5.3.2 创建机床坐标系

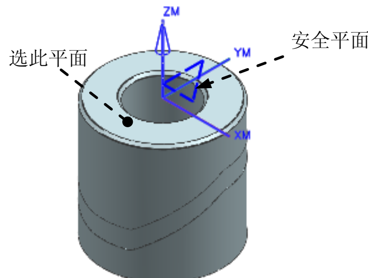


图 5.3.3 创建安全平面

Stage2．创建毛坯几何体

Step1.在操作导航器中双击 MCS_MILL 节点下的 WORKPIECE，系统弹出“铣削几何体”对话框。

Step2．在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“毛坯几何体”对话框。

Step3．选择“毛坯几何体”对话框中 几何体 单选项，在图形区选取图 5.3.4 所示几何体为毛坯几何体。

Step4．单击“毛坯几何体”对话框中的 确定 按钮，然后单击“铣削几何体”对话框中的 确定 按钮。

说明：创建铣削几何体后，需要将毛坯几何体隐藏起来，以方便后面的操作。

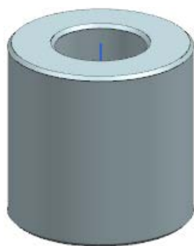


图 5.3.4　毛坯几何体

Task3．创建刀具

Step1．选择下拉菜单插入(S) → 刀具(T)...命令，系统弹出“创建刀具”对话框。

Step2．确定刀具类型。在“创建刀具”对话框类型下拉列表中选择mill_multi-axis选项，在刀具子类型区域中单击“MILL”按钮，在名称文本框中输入刀具名称 D10，单击确定按钮，系统弹出“铣刀-5 参数”对话框。

Step3．设置刀具参数。在“铣刀-5 参数”对话框尺寸区域的(D) 直径文本框中输入值 10.0，在(L) 长度文本框中输入值 75.0，在(B) 拔锥角文本框中输入值 0.0，在(FL) 刃口长度文本框中输入值 50.0，其他参数采用系统默认设置。

Step4．在“铣刀-5 参数”对话框中单击确定按钮，完成刀具的创建。

Task4．创建操作

Stage1．插入操作

Step1．选择下拉菜单插入(S) → 操作(E)...命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．确定加工方法。在“创建操作”对话框的类型下拉列表中选择mill_multi-axis选项，在操作子类型区域中单击“VARIABLE_CONTOUR”按钮，在刀具下拉列表中选择D10 (Milling Tool-5 Parameters)选项，在几何体下拉列表中选择WORKPIECE选项，在方法下拉列表中选择MILL_FINISH选项，单击确定按钮，系统弹出“可变轮廓铣”对话框，如图 5.3.5 所示。

Stage2．设置驱动方法

Step1．在“可变轮廓铣”对话框驱动方法区域中的方法下拉列表中选择曲面选项，系统弹出图 5.3.6 所示的“曲面驱动方法”对话框。

Step2．在“曲面驱动方法”对话框中单击按钮，系统弹出“驱动几何体”对话框，采用系统默认设置，在图形区选取图 5.3.7 所示的曲面，单击确定按钮，系统返回到“曲面驱动方法”对话框。

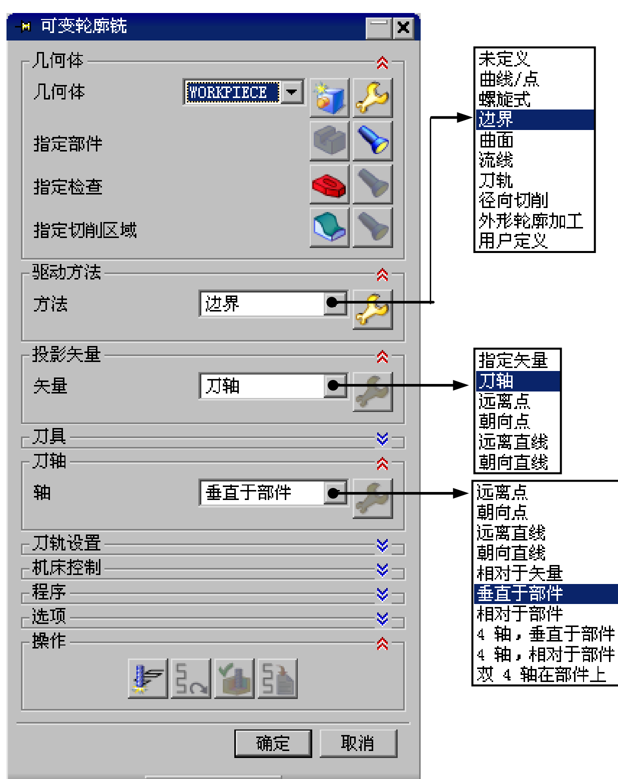


图 5.3.5 “可变轮廓铣”对话框



图 5.3.6 “曲面驱动方法”对话框

Step3. 单击“切削方向”按钮，选取图 5.3.8 所示的箭头方向。

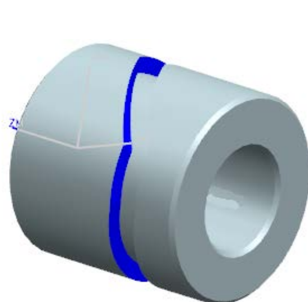


图 5.3.7 选取驱动曲面

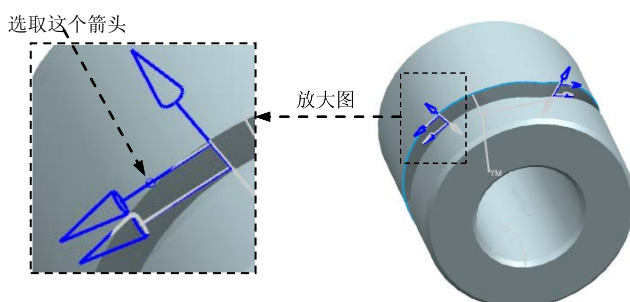


图 5.3.8 选取切削方向

Step4. 单击“材料反向”按钮，确保材料方向箭头如图 5.3.9 所示。

Step5. 设置驱动参数。在切削模式下拉列表中选择螺旋线选项，在步距下拉列表中选择数量选项，在步距数文本框中输入值 200.0，单击确定按钮，系统返回到“可变轮廓铣”对话框。

Stage3. 设置刀轴与投影矢量

Step1. 设置刀轴。在“可变轮廓铣”对话框刀轴区域的轴下拉列表中选择侧刃驱动体选

项，系统弹出“侧刃驱动体”对话框，采用系统默认设置，在图形区选取图 5.3.10 所示的箭头方向，系统返回到“可变轮廓铣”对话框。。

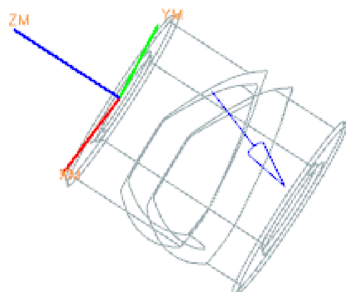


图 5.3.9　选取材料方向

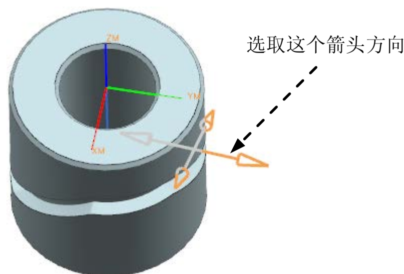


图 5.3.10　设置刀轴

Step2. 设置投影矢量。在“可变轮廓铣”对话框 投影矢量 区域的 矢量 下拉列表中，选取 垂直于驱动体 选项。

Stage4. 设置切削参数

Step1. 在 刀轨设置 区域中单击“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中单击 余量 选项卡，在 部件余量 文本框中输入值 0.5。

Step3. 在“切削参数”对话框中单击 刀轴控制 选项卡，设置参数如图 5.3.11 所示。

Step4. 单击 确定 按钮，完成切削参数的设置，系统返回到“可变轮廓铣”对话框。

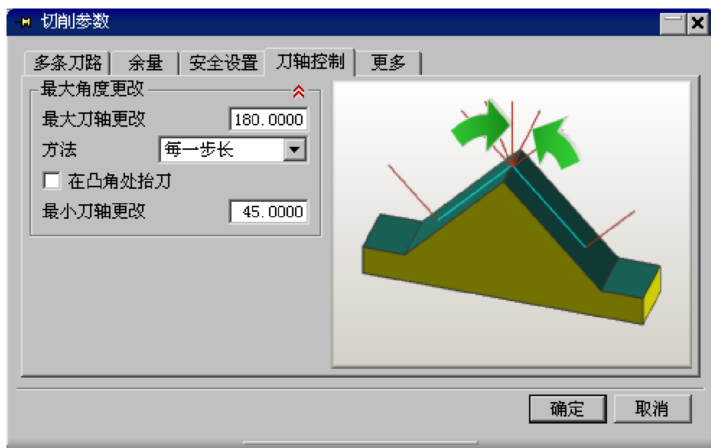


图 5.3.11　“刀轴控制”选项卡

Stage5. 设置非切削移动参数

Step1. 单击“可变轮廓铣”对话框中的“非切削运动”按钮，系统弹出“非切削运动”对话框。

Step2. 单击“非切削运动”对话框中的 传递/快速 选项卡，设置图 5.3.12 所示的参数，完

成后单击 确定 按钮，系统返回到“可变轮廓铣”对话框。

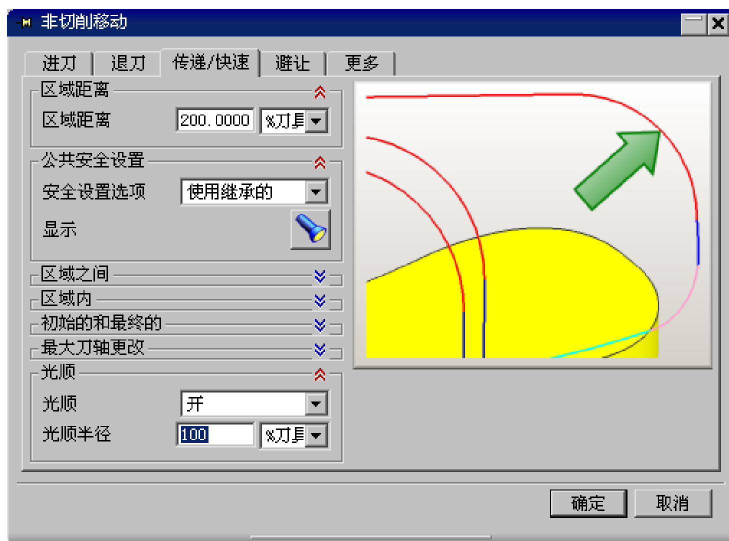


图 5.3.12 “传递/快速”选项卡

Stage6．设置进给和速度

Step1．单击“可变轮廓铣”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．选中“进给和速度”对话框主轴速度区域中的 ☑ 主轴速度 (rpm) 复选框，在其后的文本框中输入值 1500.0，在进给率区域的 剪切 文本框中输入值 500.0，在 进刀 文本框中输入值 300.0。

Step3．单击“进给和速度”对话框中的 确定 按钮。

Task5．生成刀路轨迹并仿真

Step1．单击“生成”按钮，在图形区中生成图 5.3.13 所示的刀路轨迹。

Step2．在“可变轮廓铣”对话框中单击“确认”按钮，在系统弹出的“刀轨可视化”对话框中单击 2D 动态 选项卡，单击“播放”按钮，即可演示刀具按刀轨运行，完成演示后的模型如图 5.3.14 所示，仿真完成后单击 确定 按钮，完成操作。

说明：将此刀路进行适当的变换就可以得到粗加工刀路和另一个侧面的加工刀路。

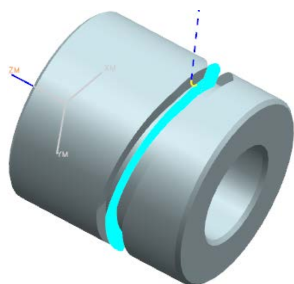


图 5.3.13 刀路轨迹

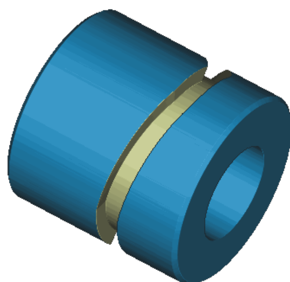


图 5.3.14 2D 仿真结果

Task6．保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

5.4　可变轴流线铣

在可变轴加工中，流线铣是比较常见的铣削方式。下面以图 5.4.1 所示的模型来说明创建可变轴流线铣操作的一般步骤。

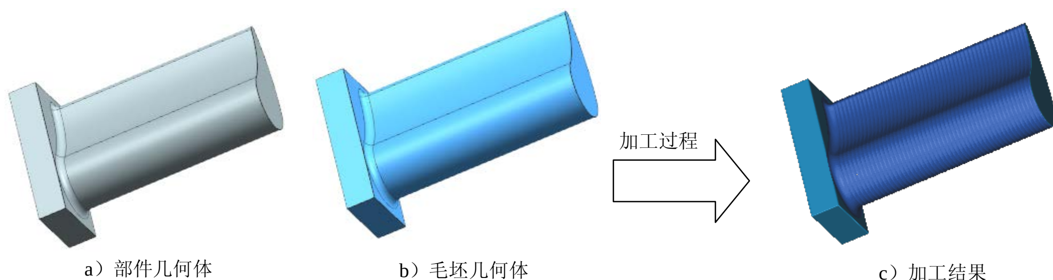


图 5.4.1　可变轴流线铣

Task1．打开模型文件并进入加工模块

Step1．打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch05\ch05.04\stream.prt。

Step2．进入加工环境。选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，在系统弹出的“加工环境”对话框 要创建的 CAM 设置 列表框中选择 mill multi-axis 选项，然后单击 确定 按钮，进入多轴加工环境。

Task2．创建几何体

Stage1．创建机床坐标系和安全平面

Step1．进入几何视图。在操作导航器的空白处右击，在系统弹出的快捷菜单中选择 几何视图 命令，在操作导航器中双击节点 MCS，系统弹出“Mill Orient”对话框。

Step2．创建机床坐标系。

（1）在“Mill Orient”对话框 机床坐标系 区域中单击“CSYS 会话”按钮，系统弹出“CSYS”对话框，在 类型 下拉列表中选择 动态 选项。

（2）拖动机床坐标系的原点至图 5.4.2 所示边线的中点的位置，单击 确定 按钮，完成图 5.4.2 所示的机床坐标系的创建，此时系统返回至“Mill Orient”对话框。

Step3．创建安全平面。

（1）在“Mill Orient”对话框 间隙 区域 安全设置选项 下拉列表中选择 平面 选项，单击“指

定安全平面”按钮，系统弹出“平面构造器”对话框。

（2）选取图 5.4.3 所示的平面，在 偏置 文本框中输入值 20.0，单击 确定 按钮，系统返回到“Mill Orient”对话框，然后单击 确定 按钮，完成安全平面的创建。

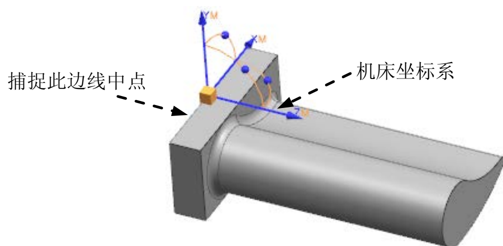


图 5.4.2 创建机床坐标系

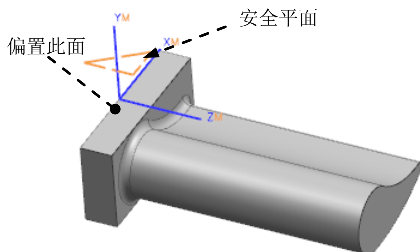


图 5.4.3 创建安全平面

Stage2．创建部件几何体

Step1．在操作导航器中双击 WORKPIECE 节点，系统弹出“铣削几何体”对话框。

Step2．选取部件几何体。在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“部件几何体”对话框。

Step3．在“部件几何体”对话框中选择 几何体 单选项，单击 全选 按钮，则选取了整个零件为部件几何体。

Step4．在“部件几何体”对话框中单击 确定 按钮，完成部件几何体的创建，同时系统返回到“铣削几何体”对话框。

Stage3．创建毛坯几何体

Step1．在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“毛坯几何体”对话框。

Step2．在“毛坯几何体”对话框中选择 部件的偏置 单选项，在 偏置 文本框中输入值 0.3。

Step3．单击“毛坯几何体”对话框中的 确定 按钮，然后单击“铣削几何体”对话框中的 确定 按钮。

Task3．创建刀具

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出“创建刀具”对话框。

Step2．确定刀具类型。在“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_multi-axis 选项，在 刀具子类型 区域中单击“BALL_MILL”按钮，在 名称 文本框中输入刀具名称 D6，单击 确定 按钮，系统弹出“铣刀-球头铣”对话框。

Step3．设置刀具参数。在“铣刀-球头铣”对话框 尺寸 区域的 (D) 直径 文本框中输入值 6.0，其他参数采用系统默认设置。

Step4．在“铣刀-球头铣”对话框中单击 确定 按钮，完成刀具的创建。

Task4．创建操作

Stage1．插入操作

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．确定加工方法。在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_multi-axis 选项，在 操作子类型 区域中单击“VARIABLE_STREAMLINE”按钮，在 刀具 下拉列表中选择 D6 (Milling Tool-Ball Mill) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在 方法 下拉列表中选择 MILL_FINISH 选项，单击 确定 按钮，系统弹出“可变流线”对话框，如图 5.4.4 所示。

Stage2．指定切削区域

在“可变流线”对话框中单击按钮，系统弹出“切削区域”对话框，采用系统默认的选项，选取图 5.4.5 所示的切削区域，单击 确定 按钮，系统返回到“可变流线”对话框。

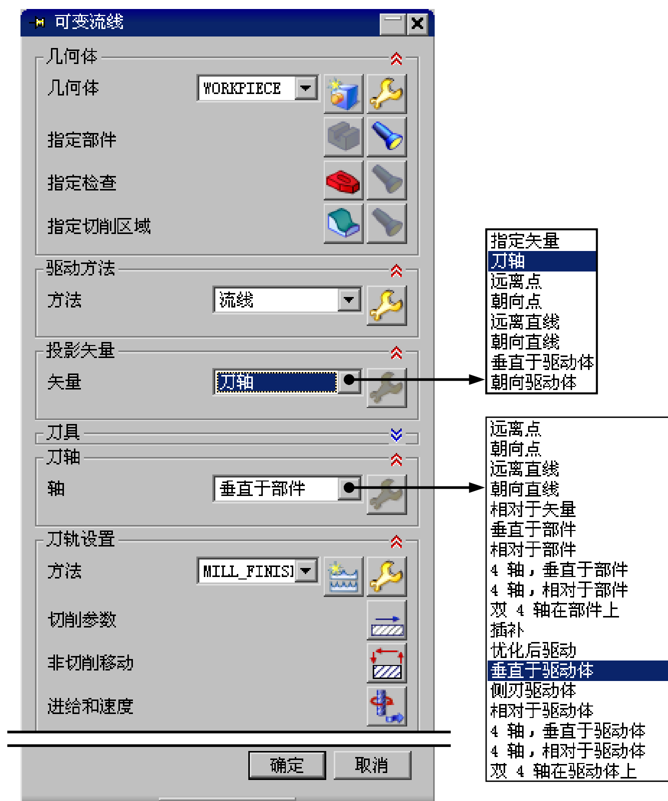


图 5.4.4　“可变流线”对话框

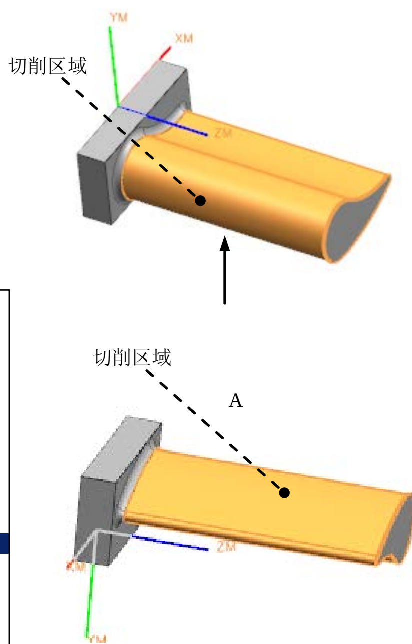


图 5.4.5　指定切削区域

图 5.4.4 所示的“可变流线”对话框中 刀轴 下拉列表各选项说明如下：

注意：刀轴 下拉列表的选项会根据所选择的驱动方法的不同而有所变化，同时 投影矢量 下拉列表的选项也会有所变化。

● 远离点：选择此选项后，系统弹出“点”对话框，可以通过“点”对话框创建一个聚焦点，所有刀轴矢量均以该点为起点并指向刀具夹持器，如图 5.4.6 ~ 5.4.7 所示。参考文件路径：D:\ugnx7.9\work\ch05\ch05.04\ point_from.prt。

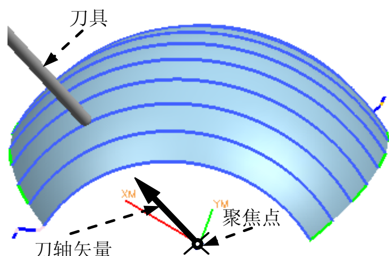


图 5.4.6 “远离点”刀轴矢量（一）

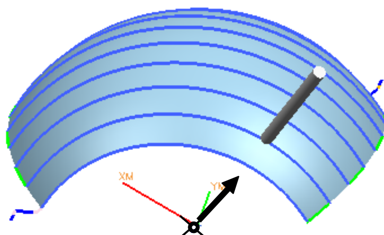


图 5.4.7 “远离点”刀轴矢量（二）

● 朝向点：选择此选项后，系统弹出“点”对话框，可以通过“点”对话框创建一个聚焦点，所有刀轴的矢量均指向该点，如图 5.4.8 ~ 5.4.9 所示。参考文件路径：D:\ugnx7.9\work\ch05\ch05.04\ point_to.prt。

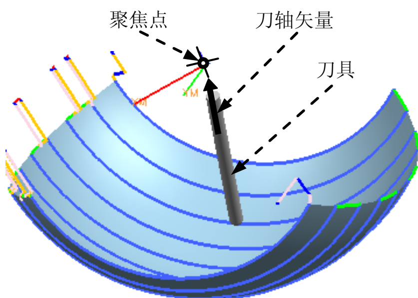


图 5.4.8 “朝向点”刀轴矢量（一）

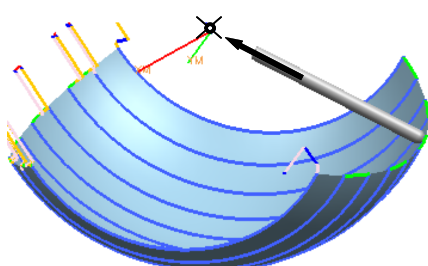


图 5.4.9 “朝向点”刀轴矢量（二）

● 远离直线：选择此选项后，系统弹出“直线定义”对话框，可以通过此对话框创建一条直线，刀轴矢量沿着聚焦线运动并与该聚焦线保持垂直，矢量方向从聚焦线离开并指向刀具夹持器，如图 5.4.10 ~ 5.4.11 所示。参考文件路径：D:\ugnx7.9\work\ch05\ch05.04\ line_from.prt。

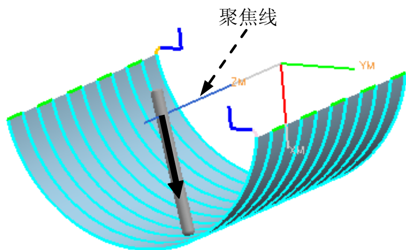


图 5.4.10 “远离直线”刀轴矢量（一）

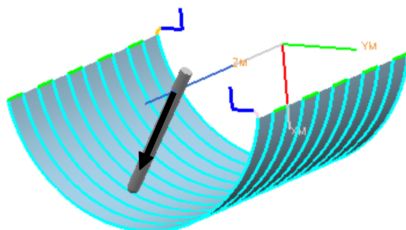


图 5.4.11 “远离直线”刀轴矢量（二）

● 朝向直线：选择此选项后，系统弹出“直线定义”对话框，可以通过此对话框创建

一条直线，刀轴矢量沿着聚焦线运动并与该聚焦线保持垂直，矢量方向指向聚焦线并指向刀具夹持器，如图 5.4.12 ~ 5.4.13 所示。参考文件路径：D:\ugnx7.9\work\ch05\ch05.04\ line_to.prt。

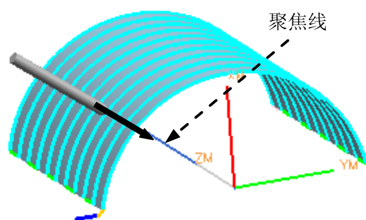


图 5.4.12　“朝向直线”刀轴矢量（一）

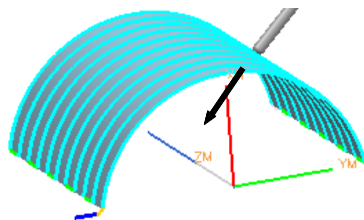


图 5.4.13　“朝向直线”刀轴矢量（二）

- 相对于矢量：选择此选项后，系统弹出“相对于矢量”对话框，可以创建一个矢量或指定一个矢量，并设置刀轴矢量的前倾角和侧倾角与该矢量相关联。其中“前倾角”定义了刀具沿刀轨前倾或后倾的角度，正前倾角表示刀具相对于刀轨方向向前倾斜，负前倾角表示刀具相对于刀轨方向向后倾斜，由于前倾角基于刀具的运动方向，因此往复切削模式将使刀具在单向刀路中向一侧倾斜，而在回转刀路中向相反的另一侧倾斜。侧倾角定义了刀具从一侧到另一侧的角度，正侧倾角将使刀具向右倾斜，负侧倾角将使刀具向左倾斜。与前倾角不同的是，“侧倾角”是固定的，它与刀具的运动方向无关，如图 5.4.14 ~ 5.4.15 所示。参考文件路径：D:\ugnx7.9\work\ch05\ch05.04\ relatively_vector.prt。

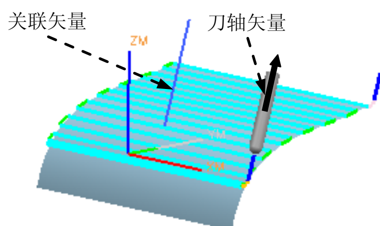


图 5.4.14　“相对于矢量”刀轴矢量（一）

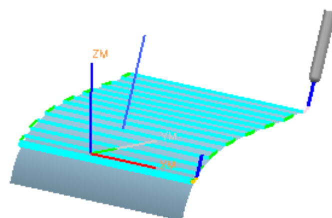


图 5.4.15　“相对于矢量”刀轴矢量（二）

- 垂直于部件：选择此选项后，刀轴矢量将在每一个刀具与部件的接触点处垂直于部件表面，如图 5.4.16 ~ 5.4.17 所示。参考文件路径：D:\ugnx7.9\work\ch05\ch05.04\ per_workpiece。

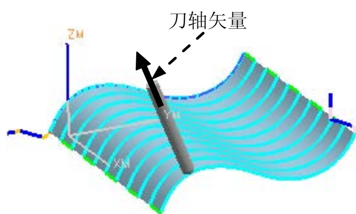


图 5.4.16　“垂直于部件”刀轴矢量（一）

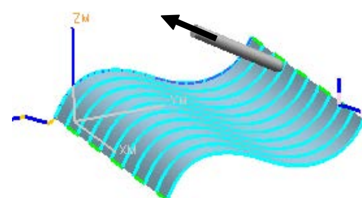


图 5.4.17　“垂直于部件”刀轴矢量（二）

- 相对于部件：选择此选项后，系统弹出图 5.4.18 所示的“相对于部件”对话框，可

以在此对话框中设置刀轴的前倾角和侧倾角与部件表面的法向矢量相关联，并可以设置前倾角和侧倾角的变化范围。参考文件路径：D:\ugnx7.9\work\ch05\ch05.04\relatively_workpiece。刀轴矢量如图 5.4.19 所示。将模型视图切换到右视图，查看前倾角的设置，如图 5.4.20 所示；将模型视图切换到前视图，查看侧倾角的设置，如图 5.4.21 所示。

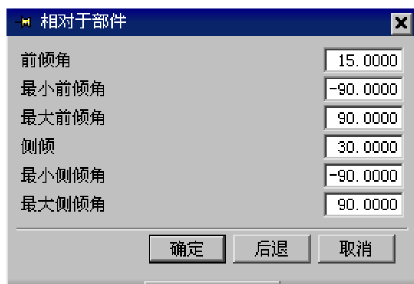


图 5.4.18 “相对于部件”对话框

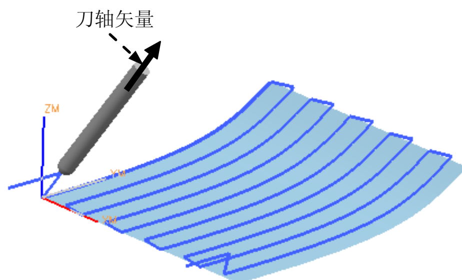


图 5.4.19 “相对于部件”刀轴矢量

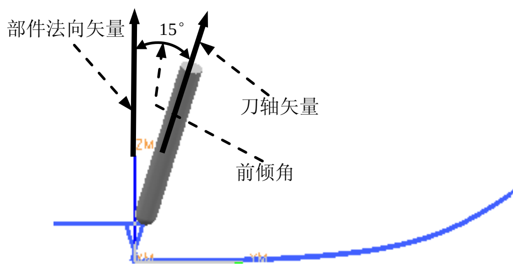


图 5.4.20 查看前倾角

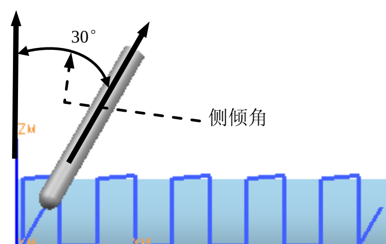


图 5.4.21 查看侧倾角

- 4 轴，垂直于部件：选择此选项后，系统弹出“4 轴，垂直于部件”对话框，可以用来设置第 4 轴及其旋转角度，刀具绕着指定的轴旋转，并始终和旋转轴垂直。
- 4 轴，相对于部件：选择此选项后，系统弹出“4 轴，相对于部件”对话框，可以设置第 4 轴及其旋转角度，同时可以设置刀轴的前倾角和侧倾角与该轴相关联，在 4 轴加工中，前倾角通常设置为 0。
- 双 4 轴在部件上：选择此选项后，系统弹出“双 4 轴，相对于在部件”对话框，与4 轴相对于部件方法一样可以设置第 4 轴及其旋转角度，同时可以设置刀轴的前倾角和侧倾角与该轴相关联。不同的是双 4 轴在部件上可以在切削和横越两个方向建立 4 轴运动，因此它是一种 5 轴加工，多用于往复式切削方法。
- 插补：选择此选项后，系统弹出“插补刀轴”对话框，可以通过指定点创建矢量来控制刀轴矢量。
- 优化后驱动：选择此选项后，系统弹出“优化后驱动”对话框，可以是刀具的前倾角与驱动几何体的曲率相匹配，在凸起部分保持小的前倾角，以便移除更多材料。在下凹区域中增加前倾角以防止刀根过切，并使前倾角足够小以防止刀前端过切。
- 垂直于驱动体：选择此选项后，刀轴矢量将在每一个接触点处垂直于驱动面。

- 侧刃驱动体：选择此选项后，系统弹出“侧刃驱动体”对话框，可以设置刀轴的侧倾角与驱动面的法向矢量相关联。
- 相对于驱动体：选择此选项后，系统弹出“相对于驱动体”对话框，可以设置沿驱动面侧刃划线移动的刀轴。此刀轴允许刀具的侧面切削驱动面，刀尖切削部件表面。
- 4 轴，垂直于驱动体：选择此选项后，系统弹出“4 轴，垂直于驱动体”对话框，可以用来设置第 4 轴及其旋转角度，刀具绕着指定的轴旋转，并始终和驱动面垂直。
- 4 轴，相对于驱动体：选择此选项后，系统弹出“4 轴，相对于驱动体”对话框，可以设置第 4 轴及其旋转角度，同时可以设置刀轴的前倾角和侧倾角与驱动面相关联。
- 双 4 轴在驱动体上：选择此选项后，系统弹出“双 4 轴，相对于驱动体”对话框，此选项与双 4 轴在部件上唯一的区别是双 4 轴在驱动体上参考的是驱动曲面几何体，而不是部件表面几何体。

Stage3．设置驱动方法

Step1．在“可变流线”对话框驱动方法区域中单击按钮，系统弹出图 5.4.22 所示的“流线驱动方法”对话框，同时在图形区系统会自动生成图 5.4.23 所示的流曲线。

Step2．查看两条流曲线的方向。如有必要，可以在方向箭头上右击，选择反向命令，调整两条流曲线的方向相同。

Step3．指定切削方向。在切削方向区域中单击“指定切削方向”按钮，在图形区中选取图 5.4.24 所示的箭头方向。



图 5.4.22　“流线驱动方法”对话框

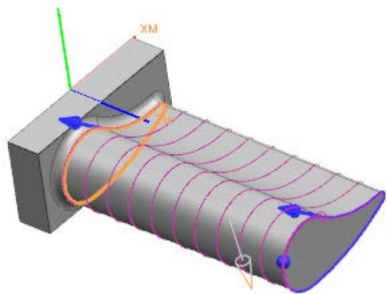


图 5.4.23　流曲线

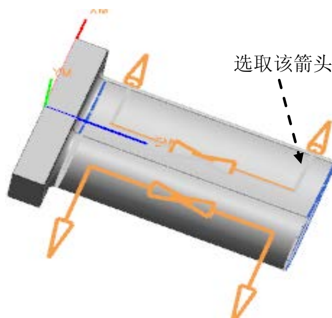


图 5.4.24　切削方向

Step4. 设置驱动参数。在图 5.4.22 所示的“流线驱动方法”对话框刀具位置下拉列表中选择相切选项，在切削模式下拉列表中选择螺旋或螺旋式选项，在步距下拉列表中选择数量选项，在步距数文本框中输入值 50，单击确定按钮，系统返回到“可变流线”对话框。

Stage4. 设置投影矢量与刀轴

Step1. 设置投影矢量。在“可变流线”对话框投影矢量区域的矢量下拉列表中，选取垂直于驱动体选项。

Step2. 设置刀轴。在“可变流线”对话框刀轴区域的轴下拉列表中选择相对于驱动体选项，系统弹出“相对于驱动体”对话框，设置图 5.4.25 所示的参数，单击确定按钮，系统返回到“可变流线”对话框。



图 5.4.25 “相对于驱动体“对话框

Stage5. 设置切削参数和非切削移动参数

采用系统默认的切削参数和非切削移动参数。

Stage6. 设置进给和速度

Step1. 单击“可变流线”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 选中“进给和速度”对话框主轴速度区域中的主轴速度 (rpm) 复选框，在其后的文本框中输入值 2500.0，在进给率区域的剪切文本框中输入值 600.0，在进刀文本框中输入值 300.0。

Step3. 单击“进给和速度”对话框中的确定按钮。

Task5. 生成刀路轨迹并仿真

Step1. 在“可变流线”对话框中单击“生成”按钮，在图形区中生成图 5.4.26 所示的刀路轨迹。

Step2. 在“可变流线”对话框中单击“确认”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框。

Step3. 使用 2D 动态仿真。在“刀轨可视化”对话框中单击 2D 动态选项卡，采用系统默

认设置，调整动画速度后单击“播放”按钮▶，即可演示刀具按刀轨运行，完成演示后的模型如图 5.4.27 所示，仿真完成后单击确定按钮，然后在“可变流线”对话框中，单击确定按钮，完成操作。

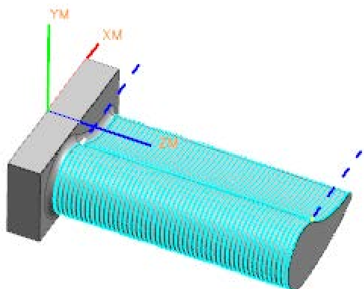


图 5.4.26　刀路轨迹

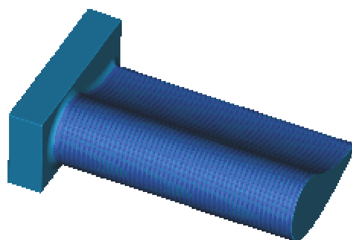


图 5.4.27　2D 仿真结果

Task6．保存文件

选择下拉菜单文件(F) ➡ 保存(S)命令，保存文件。

5.5　多轴加工综合范例

本范例讲述的是一个叶轮零件的多轴加工操作，在学完本节后，希望能增加读者对多轴加工的认识，进而掌握 UG NX 中多轴加工的各种方法。本范例所使用的部件几何体、毛坯几何体及加工结果如图 5.5.1 所示，下面介绍其创建的一般操作步骤。

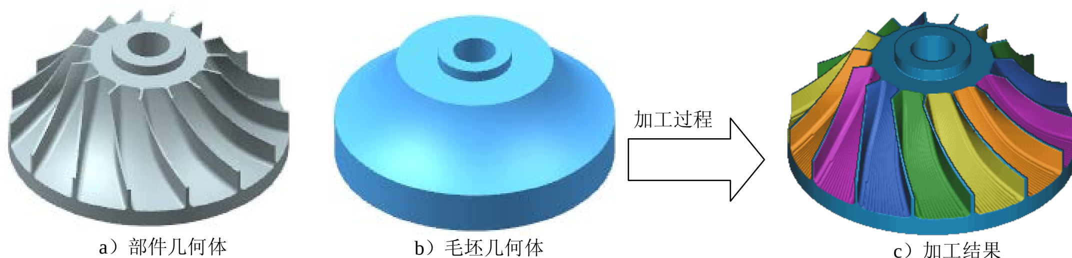


图 5.5.1　多轴加工

Task1．打开模型文件并进入加工模块

Step1．打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch05\ch05.05\impeller.prt。

Step2．进入加工环境。选择下拉菜单开始 ➡ 加工(N)...命令，在系统弹出的“加工环境”对话框要创建的 CAM 设置列表框中选择mill multi-axis选项，然后单击确定按钮，进入多轴加工环境。

Task2．创建程序

Step1. 选择下拉菜单插入(S) → 程序(P)...命令（单击“插入”工具栏中的按钮），系统弹出“创建程序”对话框。

Step2. 在“创建程序”对话框中类型下拉列表中选择mill multi-axis选项，在位置区域的程序下拉列表中选择NC_PROGRAM选项，在名称文本框中输入程序名称 001，单击确定按钮，在系统弹出的“程序”对话框中单击确定按钮，完成程序 001 的创建。

Step3. 重复 Step1 和 Step2 的步骤，创建名称分别为 002 和 003 的程序。

说明：*程序 001 用来存放开槽加工操作，程序 002 和 003 分别存放叶片侧面加工操作。*

Task3. 创建几何体

Stage1. 创建机床坐标系和安全平面

Step1. 进入几何视图。在操作导航器的空白处右击，在系统弹出的快捷菜单中选择几何视图命令，在操作导航器中双击节点MCS，系统弹出“Mill Orient”对话框。

Step2. 创建机床坐标系。

（1）在“Mill Orient”对话框机床坐标系区域中单击“CSYS 会话”按钮，系统弹出“CSYS”对话框，在类型下拉列表中选择动态选项。

（2）拖动机床坐标系的原点至图 5.5.2 所示边线圆心的位置，单击确定按钮，完成机床坐标系的创建。

Step3. 创建安全平面。

（1）在“Mill Orient”对话框中间隙区域安全设置选项下拉列表中选择平面选项，单击“指定安全平面”按钮，系统弹出“平面构造器”对话框。

（2）选取图 5.5.3 所示的平面，在偏置文本框中输入值 20.0，单击确定按钮，系统返回到“Mill Orient”对话框，完成安全平面的创建。

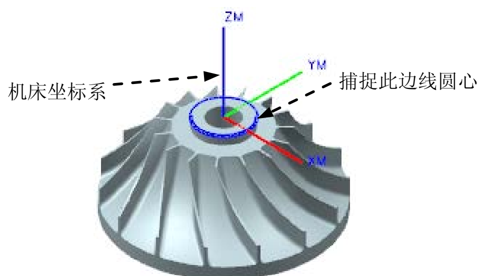


图 5.5.2 创建机床坐标系

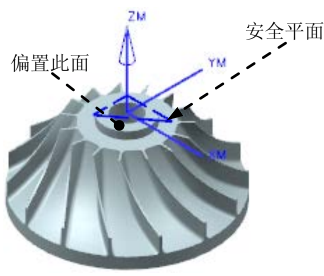


图 5.5.3 创建安全平面

Stage2. 创建部件几何体

Step1. 在操作导航器中双击WORKPIECE节点，系统弹出“铣削几何体”对话框。

Step2. 选取部件几何体。在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“部件几何体”对话框。

Step3. 在“部件几何体”对话框中选择 几何体 单选项，在图形区选取图 5.5.1 a 所示的叶轮模型。

Step4. 在“部件几何体”对话框中单击 确定 按钮，完成部件几何体的创建，同时系统返回到“铣削几何体”对话框。

Stage3. 创建毛坯几何体

Step1. 在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“毛坯几何体”对话框。

Step2. 选择“毛坯几何体”对话框中 几何体 单选项，在图形区选取图 5.5.1b 所示的毛坯模型。

Step3. 单击“毛坯几何体”对话框中的 确定 按钮，然后单击“铣削几何体”对话框中的 确定 按钮。

说明：创建铣削几何体后，需要将毛坯几何体隐藏起来，以方便后面的操作。

Task4. 创建刀具 1

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出“创建刀具”对话框。

Step2. 确定刀具类型。在“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_multi-axis 选项，在 刀具子类型 区域中单击“BALL_MILL”按钮，在 名称 文本框中输入刀具名称 D6，单击 确定 按钮，系统弹出“铣刀-球头铣”对话框。

Step3. 设置刀具参数。在“铣刀-球头铣”对话框 尺寸 区域的 (D) 直径 文本框中输入值 6.0，其他参数采用系统默认设置。

Step4. 在“铣刀-球头铣”对话框中单击 确定 按钮，完成刀具的创建。

Task5. 创建刀具 2

参照 Task4 的操作步骤，创建名称为 D6B3 的球头铣刀，并在 (D) 直径 文本框中输入值 6.0，在 (B) 锥角 文本框中输入值 3.0，其他参数采用系统默认设置。

Task6. 创建操作 1

Stage1. 插入操作

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 确定加工方法。在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_multi-axis 选项，在

操作子类型区域中单击“VARIABLE_STREAMLINE”按钮，在程序下拉列表中选择001选项，在刀具下拉列表中选择D6 (Milling Tool-Ball Mill)选项，在几何体下拉列表中选择WORKPIECE选项，在方法下拉列表中选择MILL_FINISH选项，单击确定按钮，系统弹出“可变流线”对话框。

Stage2．指定切削区域

在“可变流线”对话框中单击按钮，系统弹出“切削区域”对话框，采用系统默认的选项，选取图 5.5.4 所示的切削区域，单击确定按钮，系统返回到“可变流线”对话框。

Stage3．设置驱动方法

Step1．在“可变流线”对话框驱动方法区域中单击按钮，系统弹出图 5.5.5 所示的“流线驱动方法”对话框，同时在图形区系统会自动生成图 5.5.6 所示的流曲线和交叉曲线。

Step2．查看两条流曲线和交叉曲线的方向。如有必要，可以在方向箭头上右击，选择反向命令，调整两条流曲线和交叉曲线的方向分别相同。

Step3．设置驱动参数。如图 5.5.5 所示，在刀具位置下拉列表中选择相切选项，在切削模式下拉列表中选择往复选项，在步距下拉列表中选择恒定选项，在距离文本框中输入值 3.0，选择单位为mm，单击确定按钮，系统返回到“可变流线”对话框。

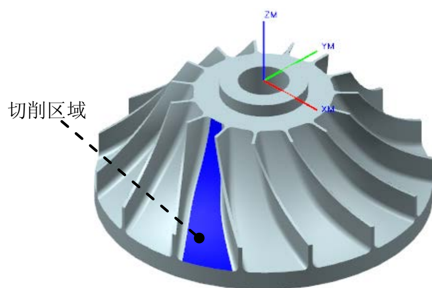


图 5.5.4　指定切削区域

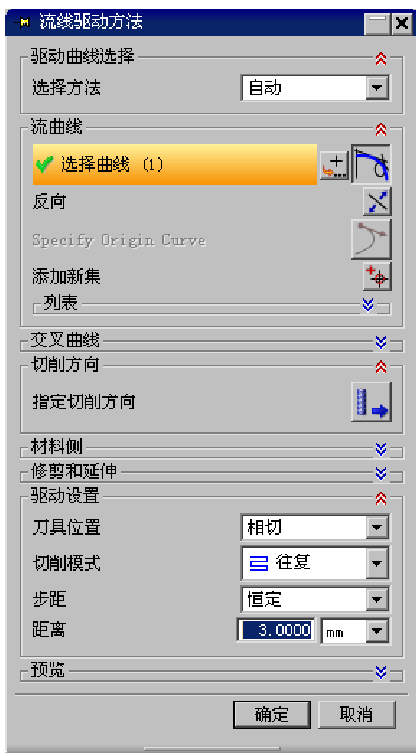


图 5.5.5　“流线驱动方法”对话框

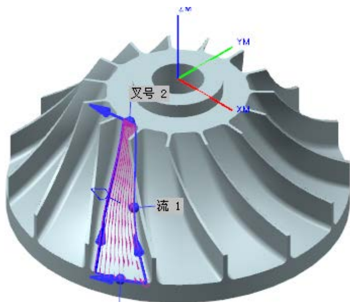


图 5.5.6　流曲线和交叉曲线

Stage4．设置投影矢量与刀轴

Step1．设置投影矢量。在“可变流线”对话框 投影矢量 区域的 矢量 下拉列表中，选取 垂直于驱动体 选项。

Step2．设置刀轴。在“可变流线”对话框 刀轴 区域的 轴 下拉列表中选择 朝向点 选项，系统弹出“点”对话框，在 XC 、YC 、ZC 文本框中分别输入值 25.0、－110.0、80.0，单击 确定 按钮，系统返回到“可变流线”对话框。

Stage5．设置切削参数

Step1．在 刀轨设置 区域中单击“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2．在“切削参数”对话框中单击 多条刀路 选项卡，参数设置如图 5.5.7 所示。

Step3．在“切削参数”对话框中单击 余量 选项卡，在 部件余量 文本框中输入值 0.5，然后单击 确定 按钮，系统返回到“可变流线”对话框。

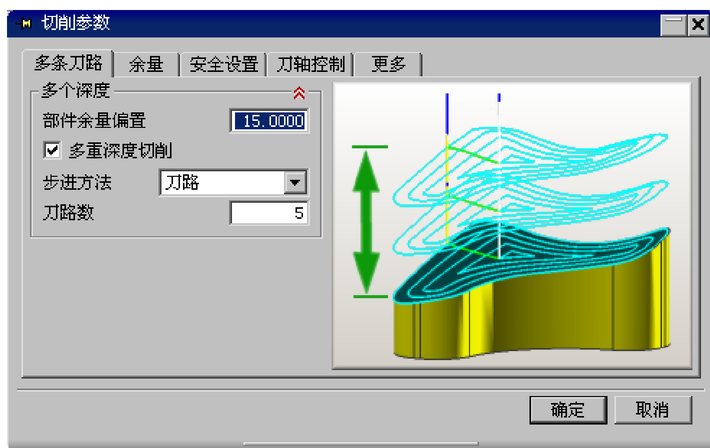


图 5.5.7　“多条刀路”选项卡

Stage6．设置非切削移动参数

Step1．单击“可变流线”对话框中的“非切削运动”按钮，系统弹出“非切削运动”对话框。

Step2．单击“非切削运动”对话框中的 进刀 选项卡，设置图 5.5.8 所示的参数，完成后单击 确定 按钮，系统返回到“可变流线”对话框。

Stage7．设置进给和速度

Step1．单击“可变流线”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．选中“进给和速度”对话框 主轴速度 区域中的 ☑ 主轴速度 (rpm) 复选框，在其后的文

本框中输入值 1500.0，在进给率区域的剪切文本框中输入值 600.0，在进刀文本框中输入值 300.0。

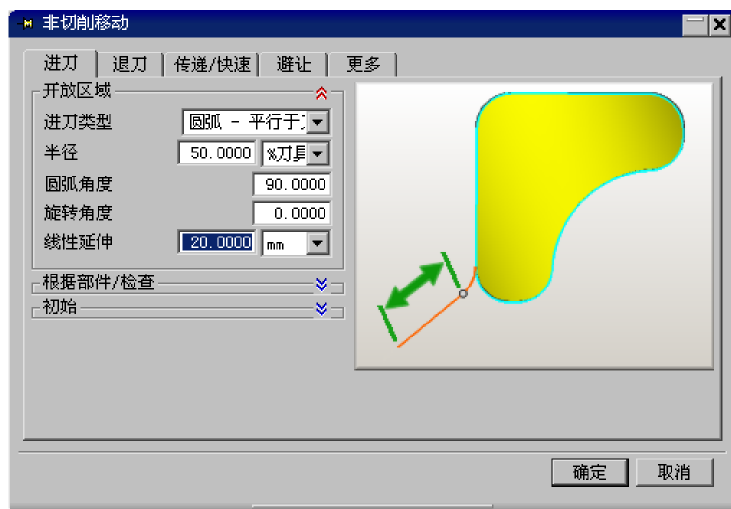


图 5.5.8　“进刀”选项卡

Step3. 单击“进给和速度”对话框中的确定按钮。

Task7. 生成刀路轨迹并仿真

Step1. 在“可变流线”对话框中单击“生成”按钮，在图形区中生成图 5.5.9 所示的刀路轨迹。

Step2. 在“可变流线”对话框中单击“确认”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框。

Step3. 使用 2D 动态仿真。在“刀轨可视化”对话框中单击2D 动态选项卡，采用系统默认设置，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可演示刀具按刀轨运行，完成演示后的模型如图 5.5.10 所示，单击确定按钮，然后在“可变流线”对话框中单击确定按钮，完成操作。

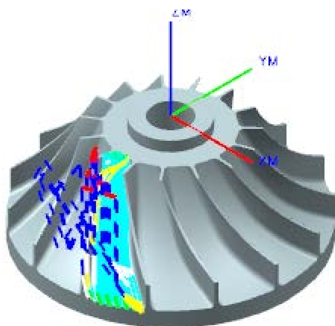


图 5.5.9　刀路轨迹

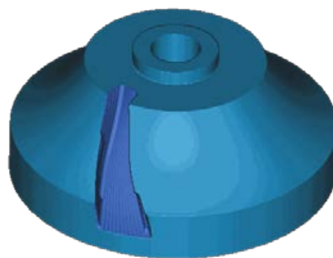


图 5.5.10　2D 仿真结果

Task8．创建操作 2

Stage1．插入操作

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．确定加工方法。在“创建操作”对话框的类型下拉列表中选择mill_multi-axis选项，在操作子类型区域中单击“VARIABLE_CONTOUR”按钮，在程序下拉列表中选择002选项，在刀具下拉列表中选择D6B3 (Milling Tool-Ball Mill)选项，在几何体下拉列表中选择WORKPIECE选项，在方法下拉列表中选择MILL_FINISH选项，单击确定按钮，系统弹出“可变轮廓铣”对话框。

Stage2．指定切削区域

在“可变轮廓铣”对话框中单击按钮，系统弹出“切削区域”对话框，采用系统默认的选项，选取图 5.5.11 所示的切削区域，单击确定按钮，系统返回到“可变流线”对话框。

Stage3．设置驱动方法

Step1．在“可变轮廓铣”对话框驱动方法区域中的方法下拉列表中选择曲面选项，系统弹出图 5.5.12 所示的“曲面驱动方法”对话框。

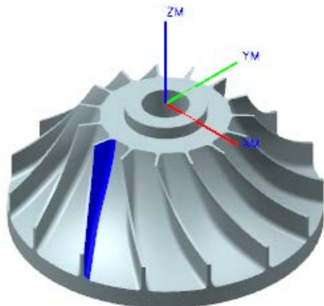


图 5.5.11　指定切削区域



图 5.5.12　“曲面驱动方法”对话框

Step2．在“曲面驱动方法”对话框中单击按钮，系统弹出“驱动几何体”对话框，采用系统默认参数设置，在图形区选取图 5.5.13 所示的曲面，单击确定按钮，系统返回到“曲面驱动方法”对话框。

Step3. 在“曲面驱动方法”对话框 切削区域 下拉列表中选择 曲面 % 选项，系统弹出“曲面百分比方法”对话框，参数设置如图 5.5.14 所示，完成后单击 确定 按钮，系统返回到“曲面驱动方法”对话框。

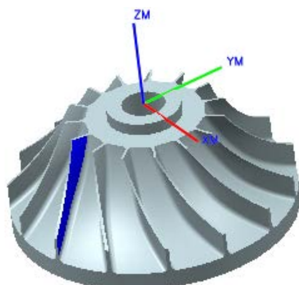


图 5.5.13　指定驱动曲面

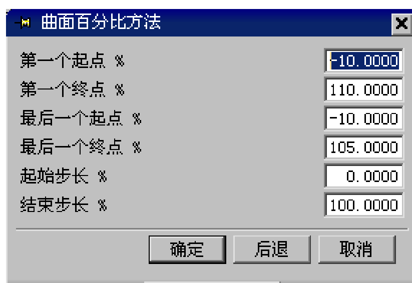


图 5.5.14　“曲面百分比方法”对话框

Step4. 单击“曲面驱动方法”对话框的“切削方向”按钮，在图形区选取图 5.5.15 所示的箭头方向。

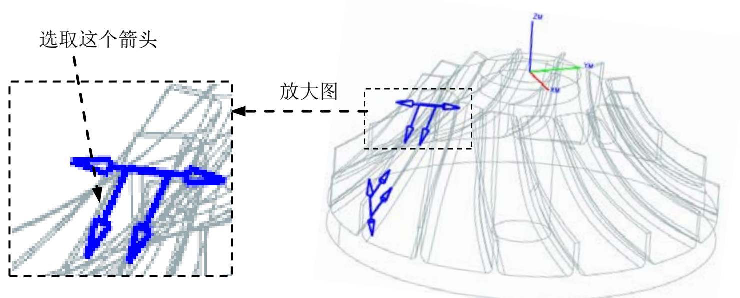


图 5.5.15　选取切削方向

Step5. 设置驱动参数。在 切削模式 下拉列表中选择 单向 选项，在 步距 下拉列表中选择 数量 选项，在 步距数 文本框中输入值 20.0，单击 确定 按钮，系统返回到“可变轮廓铣”对话框。

Stage4. 设置投影矢量与刀轴

Step1. 设置投影矢量。在“可变轮廓铣”对话框 投影矢量 区域的 矢量 下拉列表中，选择 垂直于驱动体 选项。

Step2. 设置刀轴。在“可变轮廓铣”对话框 刀轴 区域的 轴 下拉列表中选择 朝向点 选项，系统弹出“点”对话框，在 XC 、 YC 、 ZC 文本框中分别输入值 50.0、－110.0、100.0，其他参数采用系统默认设置，单击 确定 按钮，系统返回到“可变轮廓铣”对话框。。

Stage5. 设置切削参数

采用系统默认的切削参数。

Stage6．设置非切削移动参数

采用系统默认的非切削移动参数。

Stage7．设置进给和速度

Step1．单击“可变轮廓铣”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．选中“进给和速度”对话框主轴速度区域中的☑ 主轴速度 (rpm)复选框，在其后的文本框中输入值 3000.0，在进给率区域的剪切文本框中输入值 500.0，

Step3．单击“进给和速度”对话框中的确定按钮。

Task9．生成刀路轨迹并仿真

Step1．在“可变轮廓铣”对话框中单击“生成”按钮，在图形区中生成图 5.5.16 所示的刀路轨迹。

Step2．在“可变轮廓铣”对话框中单击“确认”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框。在“刀轨可视化”对话框中单击2D 动态选项卡，采用系统默认参数设置，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可演示刀具按刀轨运行，完成演示后的模型如图 5.5.17 所示，仿真完成后单击确定按钮，然后在“可变轮廓铣”对话框中单击确定按钮，完成操作。

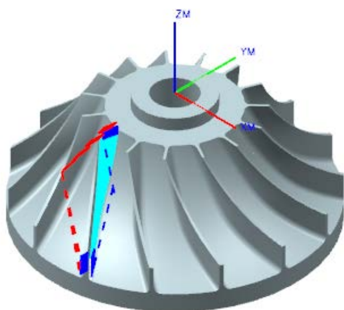


图 5.5.16　刀路轨迹

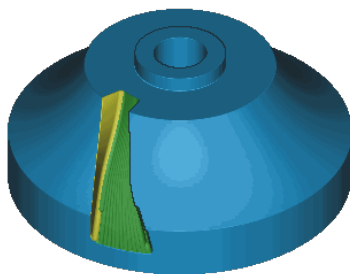


图 5.5.17　2D 仿真结果

Task10．创建操作 3

Step1．复制操作。在操作导航器的空白处单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择程序顺序视图选项，单击⊞ 002 节点的⊞ 展开子项，然后右击 VARIABLE_CONTOUR 节点，在弹出的快捷菜单中选择复制命令。

Step2．粘贴操作。在操作导航器中右击 003 节点，在弹出的快捷菜单中选择内部粘贴命令。

Step3. 修改操作名称。在操作导航器中右击 VARIABLE_CONTOUR_COPY 节点，在弹出的快捷菜单中选择 重命名 命令，将其名称改为“VARIABLE_CONTOUR_2”。

Step4. 重新定义操作。

（1）双击上一步改名的 VARIABLE_CONTOUR_2 节点，系统弹出“可变轮廓铣”对话框。

（2）在“可变轮廓铣”对话框中单击 指定切削区域 右侧的按钮，系统弹出“切削区域”对话框，单击 全重选 按钮，在系统弹出的“重新选择”对话框中单击 确定 按钮，采用系统默认的参数设置，选取图 5.5.18 所示的切削区域，单击 确定 按钮，系统返回到“可变轮廓铣”对话框。

说明：这里选择的切削区域和 Task8 创建操作 2 的相对，两者分别位于叶轮槽的两侧。

（3）在“可变轮廓铣”对话框 驱动方法 区域中单击按钮，系统弹出“曲面驱动方法”对话框；单击按钮，系统弹出“驱动几何体选择警告”对话框；单击 确定 按钮，系统弹出“驱动几何体”对话框，在图形区选取图 5.5.19 所示的曲面，系统返回到“曲面驱动方法”对话框；单击“切削方向”按钮，在图形区选取图 5.5.20 所示的箭头方向。

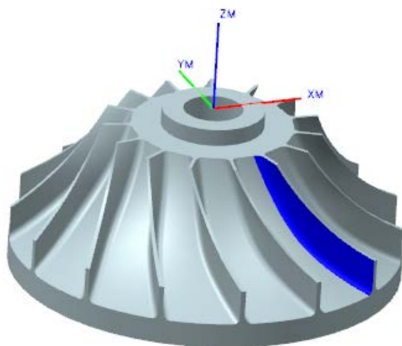


图 5.5.18　选取切削区域

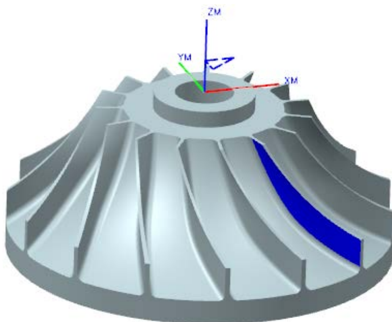


图 5.5.19　选取驱动曲面

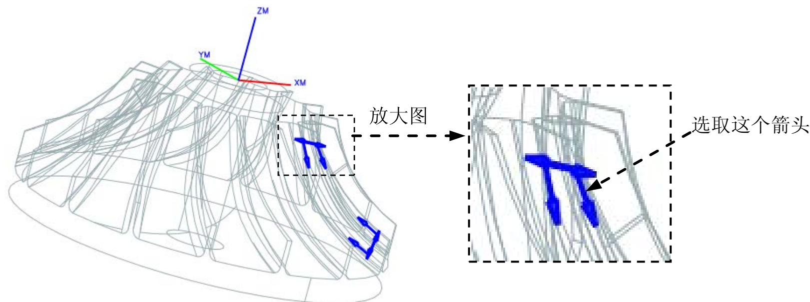


图 5.5.20　选取切削方向

（4）选择“可变轮廓铣”对话框 刀轴 区域的 轴 右侧的选项，系统弹出“点”对话框，在 XC、YC、ZC 文本框中分别输入值 10.0、－120.0、80.0，其他参数采用系统默认设置，单击 确定 按钮，系统返回到“可变轮廓铣”对话框。

Task11．生成刀路轨迹并仿真

Step1．在“可变轮廓铣”对话框中单击“生成”按钮，在图形区中生成图 5.5.21 所示的刀路轨迹。

Step2．在“可变轮廓铣”对话框中单击“确认”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框。在“刀轨可视化”对话框中单击 2D 动态 选项卡，采用系统默认参数设置，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可演示刀具按刀轨运行，完成演示后的模型如图 5.5.22 所示，仿真完成后单击 确定 按钮，然后在“可变轮廓铣”对话框中单击 确定 按钮，完成操作。

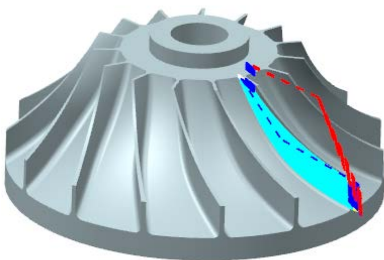


图 5.5.21　刀路轨迹

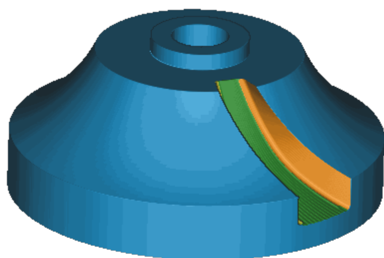


图 5.5.22　2D 仿真结果

Task12．变换刀路轨迹 1

Step1．选择变换命令。将操作导航器调整到图 5.5.23 所示的程序顺序视图状态，右击 VARIABLE_STREAMLINE 节点，在弹出的快捷菜单中选择 对象 → 变换... 命令，系统弹出图 5.5.24 所示的“变换”对话框。



图 5.5.23　操作导航器

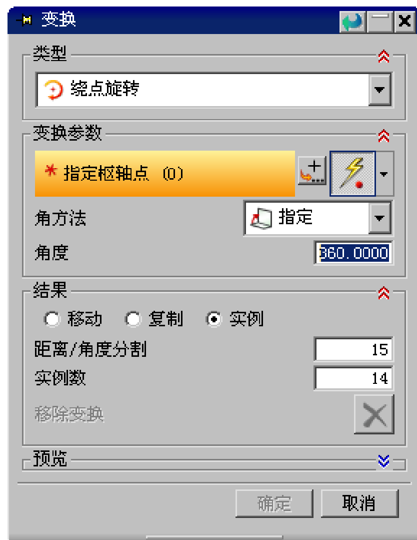


图 5.5.24　“变换”对话框

Step2．设置变换参数。

（1）指定枢轴点。在“变换”对话框 类型 下拉列表中选择 绕点旋转 选项，单击 变换参数 下方的 * 指定枢轴点 (0) 区域，在图形区中选择图 5.5.25 所示边线的圆心为枢轴点。

说明：选取枢轴点时需要打开圆心捕捉功能。

（2）设置参数。在“变换”对话框 角方法 下拉列表中选择 指定 选项，在 角度 文本框中输入值 360.0，在 结果 区域中选择 ⊙ 实例 单选项，并在 距离/角度分割 文本框中输入值 15.0，在 实例数 文本框中输入值 14.0。

Step3. 单击“变换”对话框中的 确定 按钮，完成刀路轨迹的复制，结果如图 5.5.26 所示。

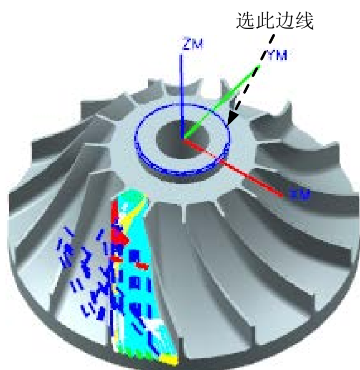


图 5.5.25 指定枢轴点

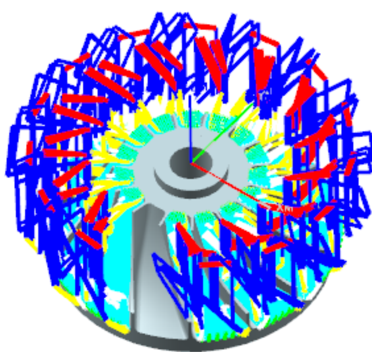


图 5.5.26 变换的刀路轨迹

Task13. 变换刀路轨迹 2

参照 Task12 变换刀路轨迹 1 中的操作步骤和参数设置，将侧面加工的刀路轨迹 VARIABLE_CONTOUR 进行变换。

Task14. 变换刀路轨迹 3

参照 Task12 变换刀路轨迹 1 中的操作步骤和参数设置，将另一侧面加工的刀路轨迹 VARIABLE_CONTOUR_2 进行变换。

Task15. 整体 2D 仿真

Step1. 在操作导航器中右击 NC_PROGRAM 节点，在弹出的快捷菜单中选择 刀轨 ▸ → 确认... 命令，系统弹出“刀轨可视化”对话框。

Step2. 在“刀轨可视化”对话框中单击 2D 动态 选项卡，采用系统默认参数设置，调整动画速度后单击“播放”按钮 ▶，即可演示刀具按刀轨运行，完成演示后的结果如图 5.5.1c 所示，仿真完成后单击 确定 按钮，完成操作。

Task16. 保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

第 6 章　孔　加　工

本章提要　UG NX 7.0 孔加工包含钻孔加工、沉孔加工和攻螺纹加工等，本章将通过一些范例来介绍 UG NX 7.0 孔加工的各种加工类型，希望读者阅读后，可以掌握孔加工的操作步骤以及技术参数的设置等。

6.1　概　　述

6.1.1　孔加工简介

孔加工也称为点位加工，可以创建钻孔、攻螺纹、镗孔、平底扩孔和扩孔等加工操作。在孔加工中刀具首先快速移动至加工位置上方，然后切削零件，完成切削后迅速退回到安全平面。

钻孔加工的数控程序较为简单，通常可以直接在机床上输入程序。如果使用 UG 进行孔加工的编程，就可以直接生成完整的数控程序，然后传送到机床中进行加工。特别在零件的孔数比较多的时候，可以大量节省人工输入所占用的时间，同时能大大降低人工输入产生的错误率，提高机床的工作效率。

6.1.2　孔加工的子类型

进入加工模块后，选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 drill 选项，此时，对话框中出现孔加工的 13 种子类型，如图 6.1.1 所示。

图 6.1.1 所示的“创建操作”对话框 操作子类型 区域中各按钮说明如下：

- A1（SPOP_FACING）：孔加工（锪平方式）。
- A2（SPOP_DRILLING）：中心钻。
- A3（DRILLING）：钻孔。
- A4（PEAK_DRILLING）：啄孔。
- A5（BREAKCHIP_DRILLING）：断屑钻。
- A6（BORING）：镗孔。
- A7（REAMING）：铰孔。
- A8（COUNTERBORING）：沉头孔加工。

- A9（COUNTERSINKING）：埋头孔加工。
- A10（TAPPING）：攻螺纹。
- A11（THEAD_MILLING）：铣螺纹。
- A12（MILL_CONTROL）：机床控制。
- A13（MILL_USER）：自创建方式。

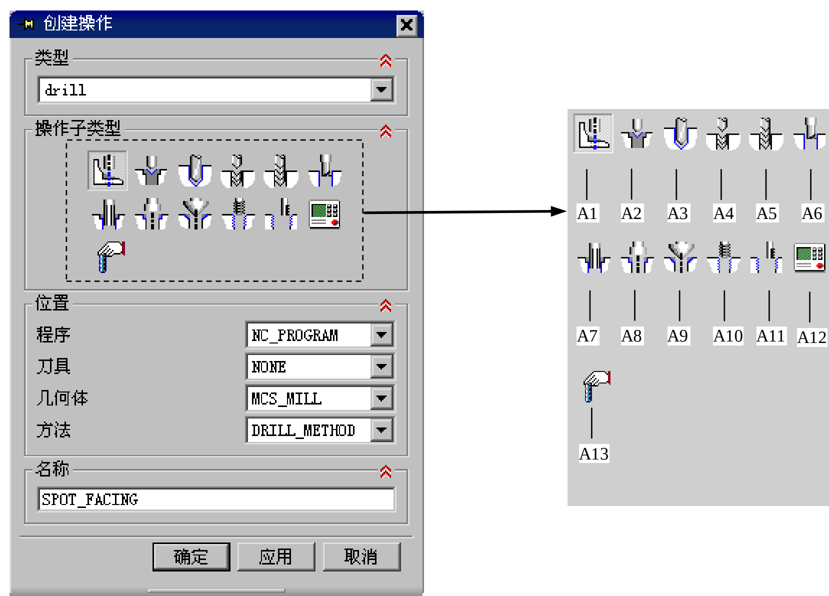


图 6.1.1 “创建操作”对话框

6.2 钻 孔 加 工

创建钻孔加工操作的一般步骤如下：

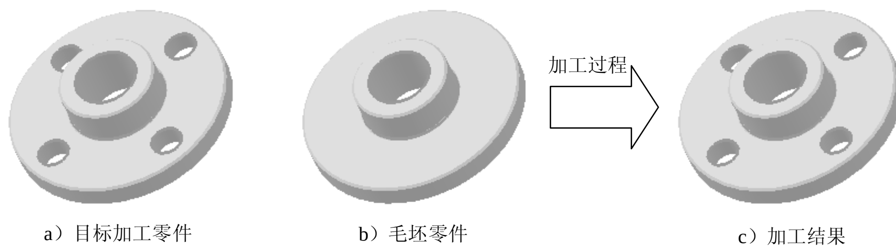
（1）创建几何体以及刀具。

（2）设置参数，如循环类型、进给率、进刀和退刀运动、部件表面等。

（3）指定几何体，如选择点或孔、优化加工顺序、避让障碍等。

（4）生成刀路轨迹及仿真加工。

下面以图 6.2.1 所示的模型为例，说明创建钻孔加工操作的一般步骤。



a）目标加工零件　b）毛坯零件　c）加工结果

图 6.2.1 钻孔加工

Task1．打开模型文件并进入加工模块

Step1．打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch06\ch06.02\counterboring.prt。

Step2．进入加工环境。选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，在系统弹出的“加工环境”对话框 要创建的 CAM 设置 列表框中选择 drill 选项，单击 确定 按钮，进入加工环境。

Task2．创建几何体

Stage1．创建机床坐标系

Step1．在操作导航器中进入几何体视图，然后双击节点 MCS_MILL，系统弹出“Mill Orient”对话框。

Step2．创建机床坐标系。在“Mill Orient”对话框 机床坐标系 区域中单击“CSYS 会话”按钮，在系统弹出的“CSYS”对话框 类型 下拉列表中选择 动态。

Step3．单击“CSYS”对话框 操控器 区域中的“点”对话框按钮，在“点”对话框的 ZC 文本框中输入值 13.0，单击 确定 按钮，此时系统返回至“CSYS”对话框，单击 确定 按钮，完成机床坐标系的创建，如图 6.2.2 所示；系统返回至“Mill Orient”对话框，然后单击 确定 按钮。

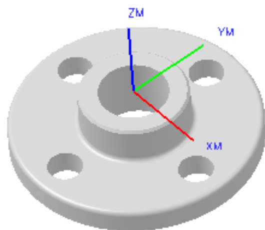


图 6.2.2　创建机床坐标系

Stage2．创建部件几何体

Step1．在操作导航器中单击 MCS_MILL 节点前的“+”，双击节点 WORKPIECE，系统弹出“工件”对话框。

Step2．选取部件几何体。在“工件”对话框中单击按钮，系统弹出“部件几何体”对话框。

Step3．在“部件几何体”对话框中选择 几何体 单选项，单击 全选 按钮，系统自动选取全部零件为部件几何体。

Step4．在“部件几何体”对话框中单击 确定 按钮，完成部件几何体的创建，同时系统返回到“工件”对话框。

Stage3．创建毛坯几何体

Step1．进入模型的部件导航器，单击父节点 模型历史记录 展开模型历史记录，在

体 (0)节点上右击，在弹出的快捷菜单中选择隐藏(H)命令，在体 (1)节点上右击，在弹出的快捷菜单中选择显示(S)命令。

Step2. 在“工件”对话框中单击按钮，系统弹出“毛坯几何体”对话框。

Step3. 在选择选项区域选择几何体单选项，单击全选按钮，系统自动选取毛坯几何体，完成后单击确定按钮。

Step4. 单击“工件”对话框中的确定按钮，完成毛坯几何体的创建。

Step5. 进入模型的部件导航器，在体 (0)节点上右击，在弹出的快捷菜单中选择显示(S)命令，在体 (1)节点上右击，在弹出的快捷菜单中选择隐藏(H)命令。

Task3. 创建刀具

Step1. 选择下拉菜单插入(S) → 刀具(T)...命令，系统弹出“创建刀具”对话框。

Step2. 在图 6.2.3 所示的“创建刀具”对话框类型下拉列表中选择drill选项，在刀具子类型区域中选择“DRILLING_TOOL”按钮，在名称文本框中输入 Z7，单击确定按钮，系统弹出图 6.2.4 所示的“钻刀”对话框。

Step3. 设置刀具参数。在“钻刀”对话框中(D) 直径文本框中输入值 7.0，在刀具号文本框中输入值 1，其他参数采用系统默认设置，单击确定按钮，完成刀具的创建。



图 6.2.3 “创建刀具”对话框

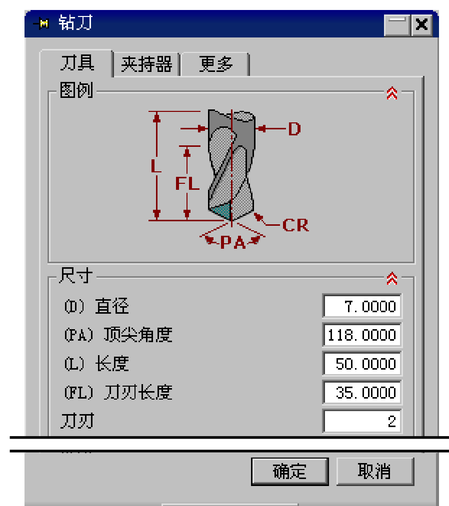


图 6.2.4 “钻刀”对话框

Task4. 创建操作

Stage1. 插入操作

Step1. 选择下拉菜单插入(S) → 操作(E)...命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 在图 6.2.5 所示的“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 drill 选项，在 操作子类型 区域中选择“DRILLING”按钮，在 刀具 下拉列表中选择前面设置的刀具 Z7 (Drilling Tool) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，其他参数采用系统默认设置。

Step3. 单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出图 6.2.6 所示的“钻”对话框。

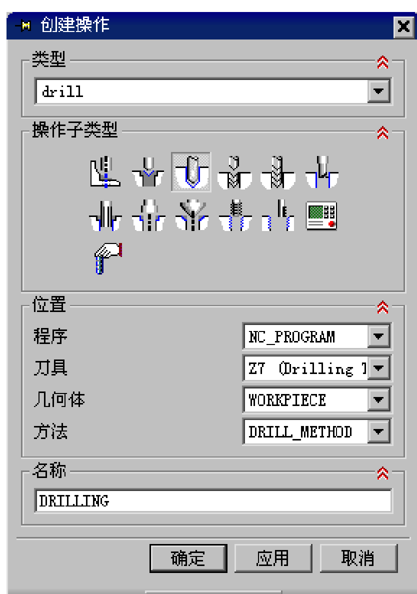


图 6.2.5　“创建操作”对话框



图 6.2.6　“钻”对话框

图 6.2.6 所示的“钻”对话框部分选项说明如下：

- 最小安全距离：最小安全距离是刀具沿刀轴方向离开零件加工表面的最小距离。最小安全距离定义了每个操作的安全点，操作安全点是每次孔加工的起点、终点，也是刀具快速、进刀、退刀、避让等非切削运动的起点和终点。在这点上，刀具由快速运动或进刀运动改变为切削速度运动。
- 通孔安全距离：通孔安全距离是钻通孔时刀具的刀肩穿过加工底面的穿透量，以确保孔被钻穿，只对通孔加工有效。
- 盲孔余量：盲孔余量是钻孔时孔的底部保留材料量，便于以后对孔进行精加工，只对孔加工有效。

Stage2. 指定钻孔点

Step1. 指定钻孔点。

（1）单击“钻”对话框 指定孔 右侧的 按钮，系统弹出图 6.2.7 所示的“点到点几何体”对话框，单击 选择 按钮，系统弹出图 6.2.8 所示的“点位选择”对话框。

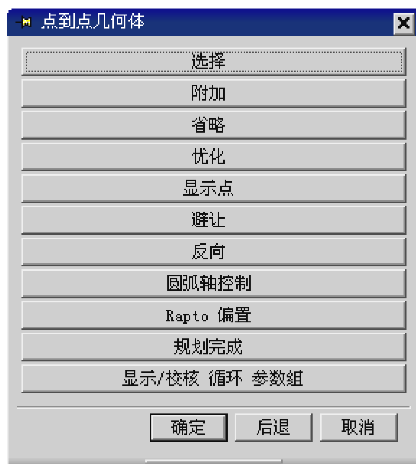


图 6.2.7 “点到点几何体”对话框



图 6.2.8 “点位选择”对话框

图 6.2.7 所示的“点到点几何体”对话框中各按钮说明如下：

- 选择：用于选择实体或曲面中的孔、点、圆弧和椭圆，所选择的几何对象将成为加工对象，系统默认这些几何对象的中心为加工位置点。选择的方法有两种，一种是直接在模型中指定，当模型较复杂或难以直接选中时，可以通过在“点位选择”对话框中 名称 == 文本框中输入特征的名称来选择。
- 附加：用于在已经选择部分孔位后添加新的孔位。如果先前没有选择任何特征作为加工对象，直接选择此项系统会弹出“没有选择添加的点——选新点”消息对话框。
- 省略：用于省略先前选定的加工位置，被省略的几何将不再作为加工对象。如果先前没有选择任何几何作为加工对象，直接选择此项系统会弹出“没有要省略的点”消息对话框。
- 优化：利用此选项，系统将根据用户的设定计算各孔的加工顺序，自动生成最短的刀轨，缩短加工的时间。优化后，为了关联夹具方位、工作台范围和机床行程等约束，选定的所有加工位置点可能会处于同一水平平面或竖直平面内，因此先前设置的避让参数已经不起作用，所以需要优化刀具路径时，一般是先优化，然后再设定避让参数。
- 显示点：用于显示已选择加工对象的加工点位置，并且显示加工点的顺序号。

- 避让：用于设定孔加工时刀具避让的动作，即避开夹具、工作台或其他障碍的距离。需要设定避让的开始点、结束点及安全距离三个选项。如果在优化刀具路径前设置了避让参数，则需要再次设定。
- 反向：在完成刀具避让的设置后，可通过该按钮反向编排加工点顺序，但刀具的避让参数仍会保留。
- 圆弧轴控制：该按钮可以显示并翻转先前选定的弧线和片体的轴线，可用于确定刀具方向。
- Rapto 偏置：用于设置刀具的快速移动位置偏置距离，可以为每个选定的对象设置一个偏置值。加工实体中的孔一般选择实体最上层的平面为部件表面，在加工某些沉孔或阶梯孔时，表面孔径较大，可以设置一个负的偏置值，即将刀具的快速移动轨迹延长至部件的表面内，使刀具能够快速的进入孔内，开始加工。
- 规划完成：单击该按钮则表示“点到点几何体”对话框中的设置全部完成。
- 显示/校核 循环 参数组：单击该按钮可以通过显示点参数或校核参数的设置。

图 6.2.8 所示的“点位选择”对话框中各按钮说明如下：

- Cycle 参数组 - 1：该按钮用于选择已经设置好的循环参数组。这些参数包括孔的加工深度、刀具进给量、刀具停留时间和退刀距离等。对于不同类型的孔或者是直径相同而深度不同的孔，都需要设置关联一组循环参数。如果不进行设置，所选的加工位置则默认关联第一循环参数组。循环参数可以在操作对话框的循环类型区域中进行设置。
- 一般点：单击此按钮，系统弹出“点”对话框，可以通过自动判断点和构造点等方法来指定加工位置。
- 分組：系统将通过用户指定组（点或圆弧组）中的所有的点或圆弧确定加工位置。读者可以通过选择下拉菜单格式(R) → 分組(G)命令创建和编辑组。
- 类选择：单击此按钮，系统弹出“类选择”对话框，通过类选择方法指定加工位置。
- 面上所有孔：单击此按钮，系统弹出“选择面”对话框，在图形区中选择一个模型表面，系统将默认此定面中的所有孔作为加工对象，同时可以设置孔的最大直径和最小直径来进一步限制选择范围。

- 预钻点：将平面铣或型腔铣设置的预钻点指定为加工位置。
- 最小直径 -无：通过设置一个最小直径值，来使通过选择面选取到的孔大于该最小直径值。
- 最大直径 -无：通过设置一个最大直径值，来使通过选择面选取到的孔小于该最大直径值。
- 选择结束：完成选择后，返回上一级对话框。
- 可选的 - 全部：单击此按钮，系统弹出“类选择器”对话框，可以单击其中的仅点（只能选中点）按钮、仅圆弧（只能选中圆弧）按钮、仅孔（只能选中孔）按钮、点和圆弧（只能选中点和圆弧）按钮和全部（可以选中全部几何）按钮来设定选择范围为某一类几何或某一组几何，然后在这一类或一组几何中指定加工位置。

（2）在图形区选取图 6.2.9 所示的孔边线，分别单击“点位选择”对话框和“点到点几何体”对话框中的确定按钮，返回“钻”对话框。

Step2. 指定部件表面。

（1）单击“钻”对话框中指定部件表面右侧的按钮，系统弹出图 6.2.10 所示的“部件表面”对话框。

（2）在“部件表面”对话框中单击“面”按钮，然后选取图 6.2.11 所示的面。

（3）单击“部件表面”对话框中的确定按钮，返回“钻”对话框。

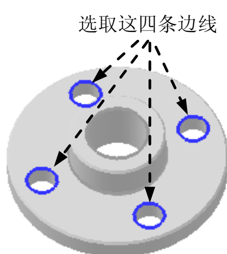


图 6.2.9 选择孔



图 6.2.10 “部件表面”对话框

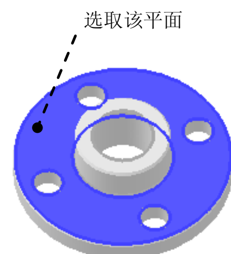


图 6.2.11 指定部件表面

图 6.2.10 所示的“部件表面”对话框中各选项说明如下：

- （面）：选择零件的表面作为部件表面。当使用零件表面或平面方式定义部件表面或底面时，既可以直接在图形区中选取面，也可以直接在被激活的面名称文本框中输入面的名称。
- （一般平面）：单击此按钮，可以激活ZC 平面 =文本框，可以使用此对话框来创建一个平面作为部件的表面或底面。

- （ZC 面）：单击此按钮，系统弹出“平面构造器”对话框，通过指定 Z 坐标值来定义部件表面或底面，定义的面和 XC-YC 平面平行，这是常用的平面指定方式。
- （无）：取消先前指定的零件加工表面。

Step3. 指定底面。

（1）单击“钻”对话框中指定底面右侧的按钮，系统弹出图 6.2.12 所示的“底面”对话框。

（2）在“底面”对话框中单击“面”按钮，选取图 6.2.13 所示的面。

（3）单击“底面”对话框中的确定按钮，返回“钻”对话框。

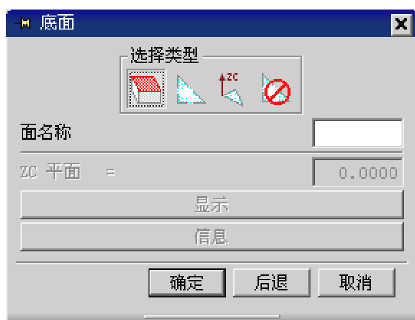


图 6.2.12 “底面”对话框

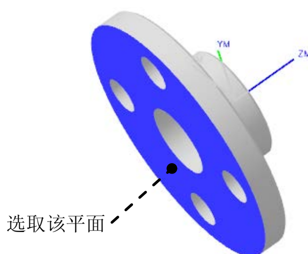


图 6.2.13 指定底面

Stage3. 设置刀轴

在“钻”对话框中刀轴区域选择系统默认的+ZM 轴作为要加工孔的轴线方向。

说明：如果当前加工坐标系的 ZM 轴与要加工孔的轴线方向不同，可选择刀轴区域的轴下拉列表中的选项重新指定刀具轴线的方向。

Stage4. 设置循环控制参数

Step1. 在“钻”对话框循环类型区域的循环下拉列表中选择标准钻...选项，系统弹出图 6.2.14 所示的“指定参数组”对话框。



图 6.2.14 “指定参数组”对话框

说明：

- 在孔加工中，不同类型的孔的加工需要采用不同的加工方式。这些加工方式有的属于连续加工，有的属于断续加工，它们的刀具运动参数也各不相同，为了满足这些要求，用户可以选择不同的循环类型（如啄钻循环、标准钻循环、标准镗循环等）来控制刀具切削运动过程。对于同类型但深度不同，或者是同类型同深度

但加工精度要求不同的孔，它们的循环类型虽然相同，但加工深度或进给速度不同，此时也需要设置不同的参数组来实现不同的切削运动。

- UG NX 7.0 提供了 14 种循环类型。根据不同类型的孔，首先在下拉列表中选择合适的循环类型，系统弹出图 6.2.14 所示的“指定参数组”对话框，可在其中的 Number of Sets 文本框中输入循环参数组的序号，单击 确定 按钮进行该组循环参数的设置，每种循环类型都可以设置 5 组循环参数，设置好的循环参数可以通过图 6.2.8 所示的“点位选择”对话框关联到每个加工对象。

Step2. 在“指定参数组”对话框中采用系统默认的参数组序号 1，单击 确定 按钮，系统弹出图 6.2.15 所示的“Cycle 参数”对话框，单击 Depth -模型深度 按钮，系统弹出图 6.2.16 所示的“Cycle 深度”对话框。



图 6.2.15 “Cycle 参数”对话框

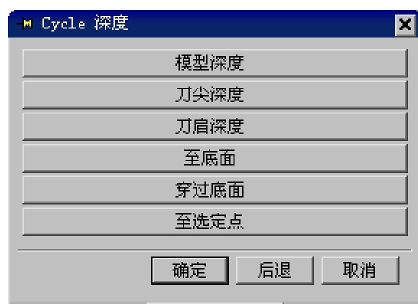


图 6.2.16 “Cycle 深度”对话框

图 6.2.15 所示的“Cycle 参数”对话框中各按钮说明如下：

- Depth -模型深度：用于设置钻孔加工的深度，即刀具退刀前零件表面与刀尖的距离。单击此按钮，系统弹出图 6.2.16 所示的“Cycle 深度”对话框，在此对话框中系统提供了 6 种设置加工深度的方法。
  - ☑ 模型深度：单击此按钮，系统设置模型中孔的深度为钻孔的加工深度。如果刀具的直径小于或等于加工孔的直径，并且加工孔的轴线方向和刀轴方向一致，系统会自动计算模型中孔的深度，并将这个深度默认为加工深度。
  - ☑ 刀尖深度：单击此按钮，系统弹出“深度”对话框，可以在此对话框中设置退刀前刀具刀尖沿刀轴方向与零件表面的距离，系统将默认此距离为加工深度。
  - ☑ 刀肩深度：单击此按钮，系统弹出“深度”对话框，可以在此对话框中设置退刀前刀具刀肩沿刀轴方向与零件表面的距离，系统将默认此距离为加工深度。
  - ☑ 至底面：单击此按钮，将根据刀尖刚好到达模型底面的

距离来确定钻孔的加工深度。

- ☑ 穿过底面：单击此按钮，将根据刀肩刚好到达模型底面的距离来确定钻孔的加工深度。如果需要刀肩完全穿透底面，可以在操作对话框的通孔安全距离文本框中设置刀肩穿过底面的穿透量。
- ☑ 至选定点：单击此按钮，刀尖将到达指定孔位置时所选定的点。

- ● 进给率 (MMPM) - 250.0000：用于设置刀具的进给量，可以通过毫米/分（mmpm）或毫米/转（mmpr）两种单位进行设置。
- ● Dwell - 关：单击此按钮，系统弹出“Cycle Dwell”对话框，可以设置刀具到达指定深度后的暂停参数。
  - ☑ 关：设置刀具到达指定深度后不停留。
  - ☑ 开：设置刀具到达指定深度后停留，仅用于各种标准循环。
  - ☑ 秒：单击此按钮，系统弹出“秒”对话框，可以设置刀具到达指定深度后的停留秒数。
  - ☑ 转：单击此按钮，系统弹出“转”对话框，可以设置刀具到达指定深度后的停留期间主轴的转数。
- ● Option - 关：激活使用机床的特有加工特征。
- ● CAM - 无：单击此按钮，系统弹出“CAM”对话框，可以在此对话框中指定一个预设的 CAM 停止位置是使用的数字。
- ● Rtrcto - 无：单击此按钮，系统弹出“安全高度设置类型”对话框，用于设置退刀距离。
  - ☑ 距离：单击此按钮，系统弹出“退刀”对话框，可以用于设置退刀距离。
  - ☑ 自动：设置刀具沿刀轴方向退回到当前循环之前的退刀位置。
  - ☑ 设置为空：不使用 Rtrcto 选项设置退刀距离。

Step3. 在“Cycle 深度”对话框中单击模型深度按钮，系统自动计算实体中孔的深度，并返回“Cycle 参数”对话框。

Step4. 单击“Cycle 参数”对话框中的Rtrcto - 无按钮，系统弹出图 6.2.17 所示的“安全高度设置类型”对话框。单击距离按钮，

系统弹出图 6.2.18 所示的“退刀”对话框，在文本框中输入值 20.0，单击 确定 按钮，系统返回“Cycle 参数”对话框。

Step5. 在“Cycle 参数”对话框中单击 确定 按钮，系统返回“钻”对话框。



图 6.2.17 “安全高度设置类型”对话框

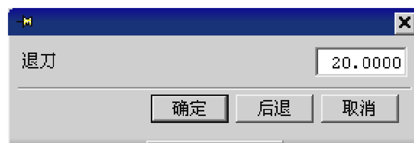


图 6.2.18 “退刀”对话框

Stage5. 设置一般参数

Step1. 设置最小安全距离。在 最小安全距离 文本框中输入值 3.0。

Step2. 设置通孔安全距离。在 通孔安全距离 文本框中输入值 1.5。

Stage6. 避让设置

Step1. 单击“钻”对话框中的“避让”按钮，系统弹出图 6.2.19 所示的“避让几何体”对话框。

Step2. 单击“避让几何体”对话框中的 Clearance Plane -无 按钮，系统弹出图 6.2.20 所示的“安全平面”对话框。



图 6.2.19 “避让几何体”对话框

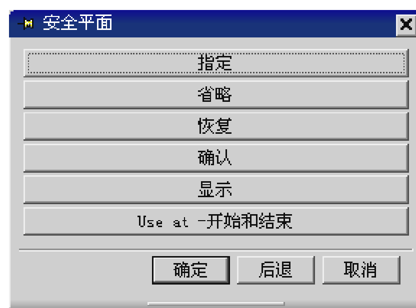


图 6.2.20 “安全平面”对话框

图 6.2.19 所示的“避让几何体”对话框中各按钮说明如下：

- From 点 - 无：用于指定加工轨迹起始段的刀具位置。
- Start Point -无：用于指定刀具移动到加工位置上方的位置。这个刀具的起始加工位置的指定可以避让夹具或避免产生碰撞。
- Return Point -无：用于指定切削完成后，刀具移动到的位置。
- Gohome 点 - 无：用于指定刀具的最终位置，即刀路轨迹中的回

零点。

- Clearance Plane -无: 用于指定在切削的开始、切削的过程中或完成切削后，刀具为了避让所需要的安全距离。
- Lower Limit Plane -无: 用于指定一个最低的安全平面，若刀具在运动过程中超过该平面，则报警，并在刀位文件（CLSF 文件）中显示报警信息。
- Redisplay Avoidance Geometry: 在图形区中显示设置的避让几何体。

Step3. 单击“安全平面”对话框中的 指定 按钮，系统弹出图 6.2.21 所示的“平面构造器”对话框，选取图 6.2.22 所示的平面为参照，然后在 偏置 文本框中输入值 10.0，单击 确定 按钮，系统返回“安全平面”对话框并创建一个安全平面，单击“安全平面”对话框中的 显示 按钮可以查看创建的安全平面，如图 6.2.23 所示。

Step4. 单击“安全平面”对话框中的 确定 按钮，返回“避让几何体”对话框，然后单击“避让几何体”对话框中的 确定 按钮，完成安全平面的设置，返回“钻”对话框。



图 6.2.21　“平面构造器”对话框

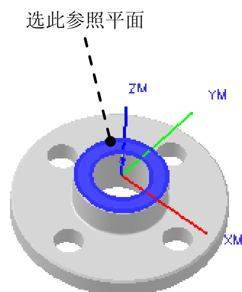


图 6.2.22　选取参照平面

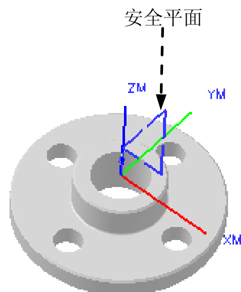


图 6.2.23　创建安全平面

Stage7. 设置进给和速度

Step1. 单击“钻”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 在“进给和速度”对话框中选中 ☑ 主轴速度 (rpm) 复选框，然后在其文本框中输入值 500.0，在 剪切 文本框中输入值 50.0，其他参数采用系统默认设置，单击 确定 按钮。

Task5. 生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 6.2.24 所示，2D 动态仿真加工后结果如图 6.2.25 所示。

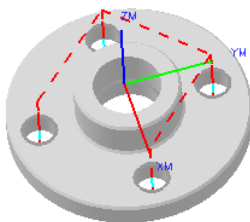
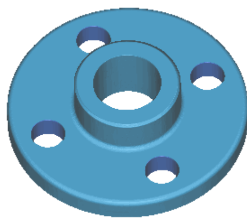


图 6.2.24 刀路轨迹


图 6.2.25 2D 仿真结果

Task6．保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

6.3 镗 孔 加 工

创建镗孔加工和创建钻孔加工的步骤大致一样，需要特别注意的是要根据加工的孔径和深度设置好镗刀的参数。下面以图 6.3.1 所示的模型为例，说明创建镗孔加工操作的一般步骤。

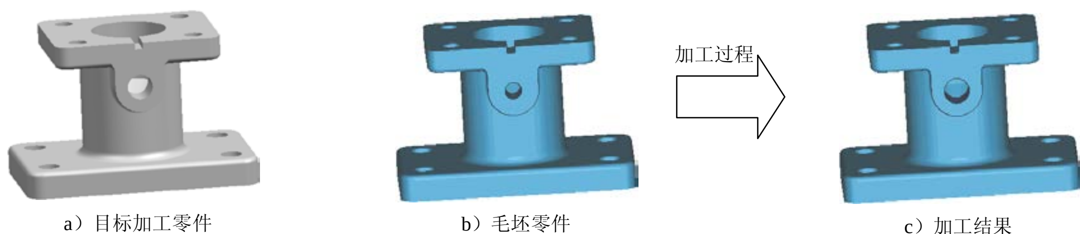


图 6.3.1 镗孔加工

Task1．打开模型文件并进入加工模块

Step1. 打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch06\ch06.03\boring.prt。

Step2. 进入加工环境。选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，在系统弹出的“加工环境”对话框 要创建的 CAM 设置 列表框中选择 drill 选项，单击 确定 按钮，进入加工环境。

Task2．创建几何体

Stage1．创建机床坐标系和安全平面

Step1. 在操作导航器中进入几何体视图，操作导航器中双击节点 MCS_MILL，系统弹出“Mill Orient”对话框。

Step2. 在“Mill Orient”对话框 机床坐标系 区域中单击“CSYS 会话”按钮，在系统弹出的“CSYS”对话框中 类型 下拉列表中选择 动态。

Step3. 单击“CSYS”对话框 操控器 区域中的“点”对话框按钮，在“点”对话框 XC

文本框中输入值 210.0，在 YC 文本框中输入值 255.0，在 ZC 文本框中输入值 189.0，单击 确定 按钮，然后以 XM 轴为轴心旋转−90°，如图 6.3.2 所示，单击“CSYS”对话框中的 确定 按钮，返回到“Mill Orient”对话框。

Step4. 在“Mill Orient”对话框 安全设置 区域的 安全设置选项 下拉列表中选择 平面 选项，单击按钮，系统弹出“平面构造器”对话框，先在选择条工具栏中选择 整个装配 选项，然后选取图 6.3.3 所示的模型表面为偏置平面，在 偏置 文本框中输入值 30.0，单击“平面构造器”对话框中的 确定 按钮，完成安全平面的创建。

Step5. 单击“Mill Orient”对话框中的 确定 按钮，完成机床坐标系和安全平面的创建。

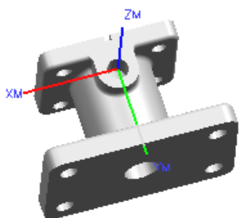


图 6.3.2　机床坐标系

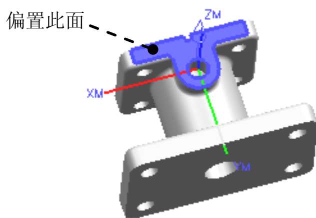


图 6.3.3　选取偏置面

Stage2. 创建部件几何体

Step1. 在操作导航器中单击 MCS_MILL 节点前的“+”，双击节点 WORKPIECE，系统弹出“工件”对话框。

Step2. 选取部件几何体。在“工件”对话框中单击按钮，系统弹出“部件几何体”对话框。

Step3. 在“部件几何体”对话框中选择 几何体 单选项，单击 全选 按钮，系统自动选取全部零件为部件几何体。

Step4. 在“部件几何体”对话框中单击 确定 按钮，完成部件几何体的创建，同时系统返回到“工件”对话框。

Stage3. 创建毛坯几何体

Step1. 在“工件”对话框中单击按钮，系统弹出“毛坯几何体”对话框。

Step2. 首先在装配导航器中将 down_base1 调整到隐藏状态，将 down_base2 调整到显示状态，然后在图形区中选取 down_base2 为毛坯几何体，单击“毛坯几何体”对话框中的 确定 按钮，返回到“工件”对话框。

Step3. 单击“工件”对话框中的 确定 按钮，然后在装配导航器中将 down_base1 调整到显示状态，将 down_base2 调整到隐藏状态。

Task3. 创建刀具

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出“创建刀具”对话框。

Step2. 在“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 drill 选项，在 刀具子类型 区域中选择“BORING_BAR”按钮，在 名称 文本框中输入 D45，单击 确定 按钮，系统弹出“钻刀”对话框。

Step3. 设置刀具参数。在“钻刀”对话框 (D) 直径 文本框中输入值 45.0，在 (L) 长度 文本框中输入值 150.0，在 刀具号 文本框中输入值 1，其他参数采用系统默认，单击 确定 按钮，完成刀具的创建。

Task4. 创建镗孔操作

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出图 6.3.4 所示的“创建操作”对话框。

Step2. 在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 drill 选项，在 操作子类型 区域中选择“BORING”按钮，在 刀具 下拉列表中选择前面设置的刀具 D45 (Drilling Tool) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，其他参数采用系统默认设置。

Step3. 单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出图 6.3.5 所示的“镗孔”对话框。

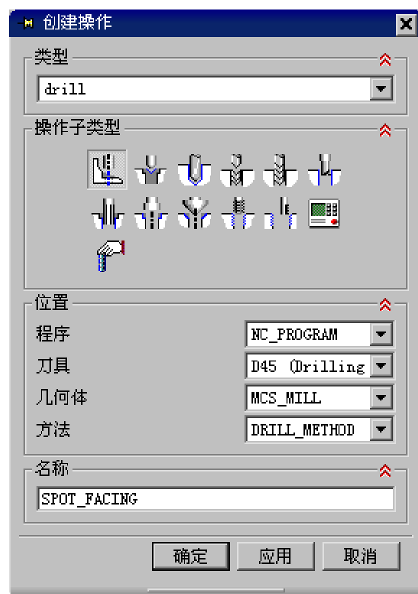


图 6.3.4 “创建操作”对话框

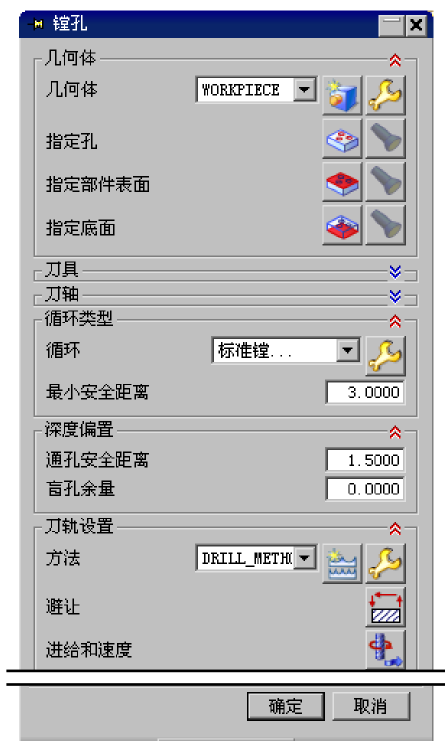


图 6.3.5 “镗孔”对话框

Stage2．指定镗孔点

Step1．指定镗孔点。

（1）单击“镗孔”对话框中指定孔右侧的按钮，系统弹出“点到点几何体”对话框，单击选择按钮，系统弹出“点位选择”对话框。

（2）在图形区选取图 6.3.6 所示的孔边线，分别在“点位选择”对话框和“点到点几何体”对话框中单击确定按钮，系统返回“镗孔”对话框。

Step2．指定部件表面。

（1）单击“镗孔”对话框中指定部件表面右侧的按钮，系统弹出“部件表面”对话框。

（2）在“部件表面”对话框中单击“面”按钮，然后选取图 6.3.7 所示的面。

（3）单击“部件表面”对话框中的确定按钮，返回“镗孔”对话框。

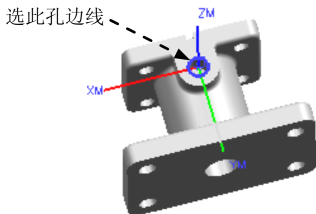


图 6.3.6　指定镗孔点

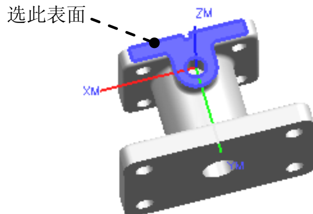


图 6.3.7　指定部件表面

Stage3．设置刀轴

在“钻”对话框刀轴区域选择系统默认的+ZM 轴作为要加工孔的轴线方向。

Stage4．设置循环控制参数

Step1．在“镗”对话框循环类型区域的循环下拉列表中选择标准镗...选项，系统弹出“指定参数组”对话框。

Step2．在“指定参数组”对话框中采用系统默认的参数设置，单击确定按钮，系统弹出“Cycle 参数”对话框，单击Depth -模型深度按钮，系统弹出“Cycle 深度”对话框。

Step3．在“Cycle 深度”对话框单击刀尖深度按钮，系统弹出“深度”对话框，在深度文本框中输入值 80.0，单击确定按钮，返回“Cycle 参数”对话框。

Step4．单击“Cycle 参数”对话框中的确定按钮，返回“镗孔”对话框。

Stage5．设置一般参数

Step1．设置最小安全距离。在最小安全距离文本框中输入值 3.0。

Step2．设置通孔安全距离。在通孔安全距离文本框中输入值 1.5。

Stage6．设置进给和速度

Step1．单击“镗孔”对话框中的进给和速度按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．在“进给和速度”对话框中选中 主轴速度 (rpm) 复选框，然后在其文本框中输入值 600.0，在“进给率”区域的 剪切 文本框中输入值 100.0，其他参数采用系统默认设置，单击 确定 按钮。

Task5．生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 6.3.8 所示，2D 动态仿真加工结果如图 6.3.9 所示。

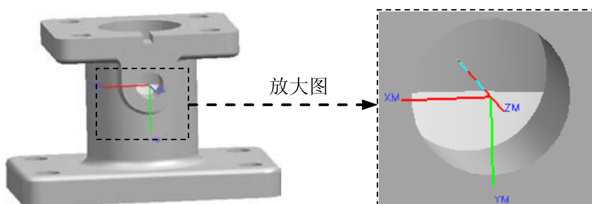


图 6.3.8 刀路轨迹



图 6.3.9 2D 仿真结果

Task6．保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

6.4 铰 孔 加 工

下面接着使用上一节镗孔加工后的模型，讲解创建铰孔操作的一般步骤。

Task1．打开模型文件

打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch06\ch06.04\reaming.prt，系统进入加工环境。

Task2．创建刀具

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出“创建刀具”对话框。

Step2．在“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 drill 选项，在 刀具子类型 区域中选择“REAMER”按钮，在 名称 文本框中输入 D50，单击 确定 按钮，系统弹出“钻刀”对话框。

Step3．设置刀具参数。在“钻刀”对话框 (D) 直径 文本框中输入值 50.0，在 (L) 长度 文本框中输入值 120.0，在 (PA) 顶尖角度 文本框中输入值 180.0，在 (FL) 刀刃长度 文本框中输入值 60.0，在 刀具号 文本框中输入值 2，其他参数采用系统默认设置，单击 确定 按钮，完成刀具的创

建。

Task3．创建铰孔操作

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．确定加工方法。在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 drill 选项，在 操作子类型 区域中选择“REAMING”按钮，在 刀具 下拉列表中选择前面设置的刀具 D50 (Drilling Tool) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，其他参数采用系统默认设置。

Step3．单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出图 6.4.1 所示的“铰”对话框。

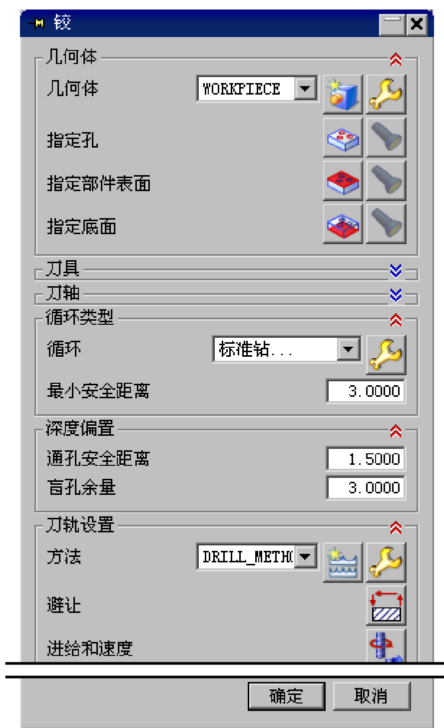


图 6.4.1　“铰”对话框

Stage2．指定铰孔点

Step1．指定铰孔点。单击“铰”对话框 指定孔 右侧的按钮，系统弹出“点到点几何体”对话框，单击 选择 按钮，选取图 6.4.2 所示的孔边线，分别单击“点位选择”对话框和“点到点几何体”对话框中的 确定 按钮，返回“铰”对话框。

Step2．指定部件表面。单击“铰”对话框 指定部件表面 右侧的按钮，系统弹出“部件表面”对话框，在“部件表面”对话框中单击“面”按钮，选取图 6.4.3 所示的面为部件表面，单击 确定 按钮，返回“铰”对话框。

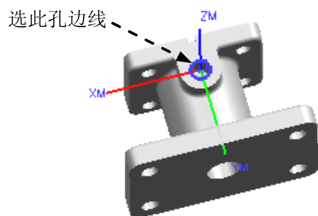


图 6.4.2　指定铰孔点

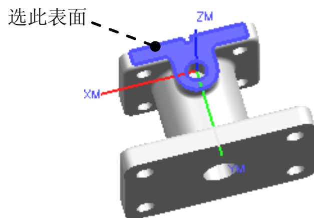


图 6.4.3　指定部件表面

Stage3．设置刀轴

选择系统默认的+ZM 轴作为要加工孔的轴线方向。

Stage4．设置循环控制参数

Step1．在“铰”对话框循环类型区域的循环下拉列表中选择标准钻...选项，系统弹出“指定参数组”对话框。

Step2．在“指定参数组”对话框中采用系统默认的参数设置，单击确定按钮，系统弹出“Cycle 参数”对话框，单击Depth -模型深度按钮，系统弹出“Cycle 深度”对话框。

Step3．在“Cycle 深度”对话框单击刀尖深度按钮，系统弹出“深度”对话框，在深度文本框中输入值 80.0，单击确定按钮，返回“Cycle 参数”对话框。

Step4．单击“Cycle 参数”对话框中的确定按钮，系统返回“铰”对话框。

Stage5．设置一般参数

Step1．设置最小安全距离。在最小安全距离文本框中输入值 3.0。

Step2．设置通孔安全距离。在通孔安全距离文本框中输入值 1.5。

Stage6．设置进给和速度

Step1．单击“铰”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．在“进给和速度”对话框中选中☑ 主轴速度 (rpm)复选框，然后在其文本框中输入值 600.0，在“进给率”区域的剪切文本框中输入值 100.0，其他参数采用系统默认设置，单击确定按钮。

Task4．生成刀路轨迹

生成的刀路轨迹如图 6.4.4 所示。

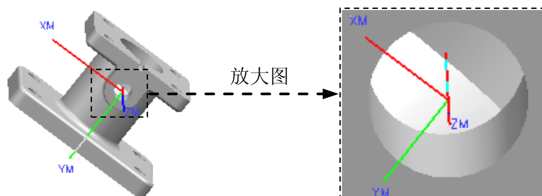


图 6.4.4　刀路轨迹

Task5．保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

6.5　沉 孔 加 工

下面以图 6.5.1 所示的模型为例，说明创建沉孔加工操作的一般步骤。

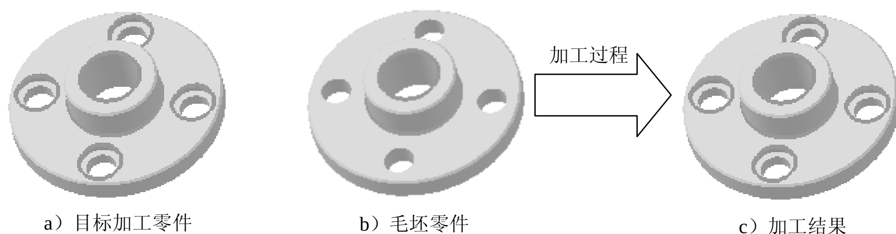


图 6.5.1　沉孔加工

Task1．打开模型文件并进入加工模块

Step1. 打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch06\ch06.05\ counterboring00.prt。

Step2. 进入加工环境。选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，在系统弹出的“加工环境”对话框 要创建的 CAM 设置 列表框中选择 drill 选项，单击 确定 按钮，进入加工环境。

Task2．创建几何体

Step1. 创建机床坐标系。将默认的机床坐标系向 ZC 方向上偏置，偏置值为 13.0。

Step2. 在操作导航器中单击 MCS_MILL 节点前的“+”，双击节点 WORKPIECE，系统弹出“工件”对话框。

Step3. 在“工件”对话框中单击按钮，系统弹出“部件几何体”对话框，在“部件几何体”对话框中选择 几何体 单选项，单击 全选 按钮，系统自动选取全部零件为部件几何体，如图 6.5.2 所示。

Step4. 在“部件几何体”对话框中单击 确定 按钮，完成部件几何体的创建，同时系统返回到“工件”对话框。

Step5. 在“工件”对话框中单击按钮，系统弹出“毛坯几何体”对话框，在装配导航器中将 counterboring01 调整到隐藏状态，将 counterboring02 调整到显示状态，在图形区中选取 counterboring02 为毛坯几何体，如图 6.5.3 所示，然后单击“毛坯几何体”对话框中的 确定 按钮，返回到“工件”对话框。

Step6. 单击“工件”对话框中的 确定 按钮，然后在装配导航器中将 counterboring01 调整到显示状态，将 counterboring02 调整到隐藏状态。

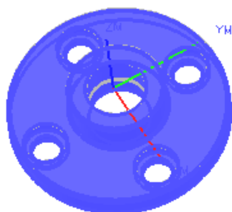


图 6.5.2　部件几何体

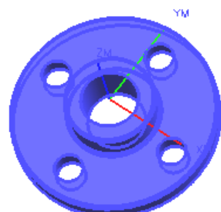


图 6.5.3　毛坯几何体

Task3．创建刀具

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出图 6.5.4 所示的“创建刀具”对话框。

Step2．在“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 drill 选项，在 刀具子类型 区域中选择“COUNTERBORING_Tool”按钮，在 名称 文本框中输入 D10，单击 确定 按钮，系统弹出图 6.5.5 所示的“铣刀-5 参数”对话框。

Step3．在“铣刀-5 参数”对话框 (D) 直径 文本框中输入值 10.0，在 (R1) 底圆角半径 文本框中输入值 0.0，在 刀具号 文本框中输入值 1，其他参数采用系统默认设置，单击 确定 按钮。



图 6.5.4　“创建刀具”对话框

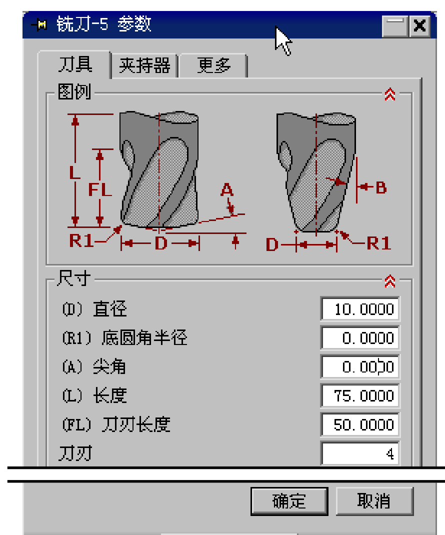


图 6.5.5　“铣刀-5 参数”对话框

Task4．创建沉孔加工操作

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出图 6.5.6 所示的“创建操作”对话框。

Step2．在“创建操作”对话框 操作子类型 区域中选择“COUNTERBORING”按钮，在 刀具 下拉列表中选用前面设置的刀具 D10 (Milling Tool-5 Parameters) 选项，在 几何体 下拉列表

中选择WORKPIECE选项，其他参数采用系统默认设置，单击“创建操作”对话框中的确定按钮，系统弹出图 6.5.7 所示的“沉头孔加工”对话框。

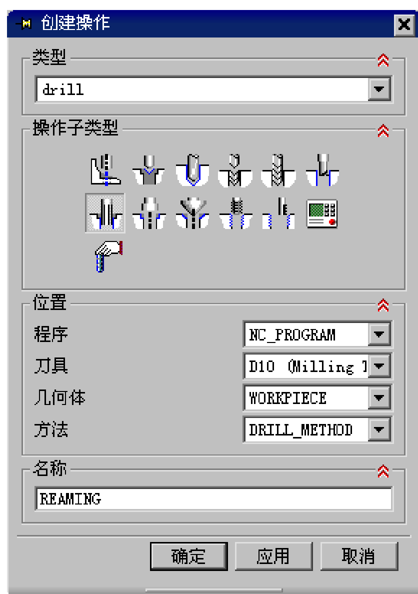


图 6.5.6　“创建操作”对话框



图 6.5.7　“沉头孔加工”对话框

Stage2．指定加工点

Step1．指定加工点。

（1）单击“沉头孔加工”对话框指定孔右侧的按钮，系统弹出“点到点几何体”对话框，单击选择按钮，系统弹出 “点位选择”对话框。

（2）在图形中选取图 6.5.8 所示的孔，单击“点位选择”对话框中确定按钮，被选择的四个孔被自动编号，完成后单击“点到点几何体”对话框中的确定按钮，返回“沉头孔加工”对话框。

Step2．指定部件表面。

（1）单击“沉头孔加工”对话框指定部件表面右侧的按钮，系统弹出“部件表面”对话框。

（2）在“部件表面”对话框中单击“面”按钮，选取图 6.5.9 所示的面为部件表面。

（3）单击“部件表面”对话框中的确定按钮，返回“沉头孔加工”对话框。

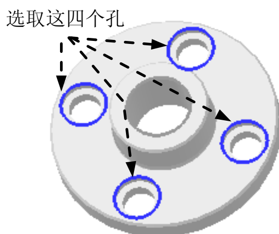


图 6.5.8　指定加工孔位

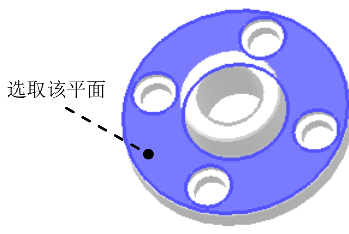


图 6.5.9　指定部件表面

Stage3．设置刀轴

选择系统默认的 +ZM 轴 作为要加工孔的轴线方向。

Stage4．设置循环控制参数

Step1．在“沉头孔加工”对话框 循环类型 区域的 循环 下拉列表中选择 标准钻... 选项，系统弹出“指定参数组”对话框。

Step2．在“指定参数组”对话框中采用系统默认的参数设置，单击 确定 按钮，系统弹出 “Cycle 参数”对话框，单击 Depth -模型深度 按钮，系统弹出图 6.5.10 所示的 “Cycle 深度”对话框。

Step3．在“Cycle 深度”对话框单击 刀尖深度 按钮，系统弹出图 6.5.11 所示的“深度”对话框，在其中的文本框中输入值 3.0，单击 确定 按钮，系统返回“Cycle 参数”对话框。

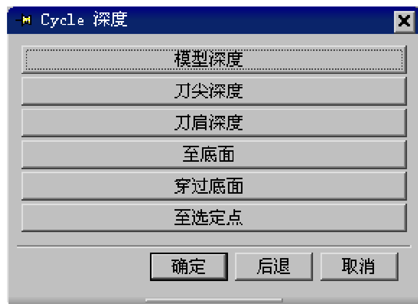


图 6.5.10 “Cycle 深度”对话框



图 6.5.11 “深度”对话框

Step4．单击“Cycle 参数”对话框中的 Rtrcto - 无 按钮，系统弹出“安全高度设置类型”对话框。单击 距离 按钮，系统弹出“退刀”对话框，在文本框中输入值 20.0，单击 确定 按钮，系统返回“Cycle 参数”对话框。

Step5．在“Cycle 参数”对话框中单击 确定 按钮，系统返回“沉头孔加工”对话框。

Stage5．设置最小安全距离

在“沉头孔加工”对话框中的 最小安全距离 文本框中输入值 3.0。

Stage6．设置避让

Step1．单击“沉头孔加工”对话框中的按钮，系统弹出“避让几何体”对话框。

Step2．单击“避让几何体”对话框中的 Clearance Plane -无 按钮，系统弹出“安全平面”对话框。

Step3．单击“安全平面”对话框中的 指定 按钮，系统弹出“平面构造器”对话框，在 偏置 文本框中输入值 10.0，然后选取图 6.5.12 所示的平面为参照平面，

单击确定按钮，系统返回“安全平面”对话框并创建一个安全平面，单击“安全平面”对话框中的显示按钮可以查看创建的安全平面（图 6.5.13）。

Step4. 单击“安全平面”对话框中的确定按钮，返回“避让几何体”对话框，然后单击“避让几何体”对话框中的确定按钮，完成安全平面的设置，并返回“沉头孔加工”对话框。

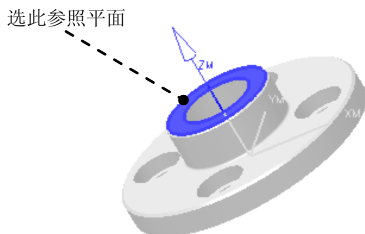


图 6.5.12　选取参照平面

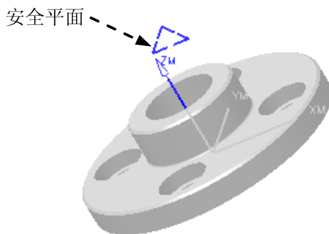


图 6.5.13　定义安全平面

Stage7. 设置进给和速度

Step1. 单击“沉头孔加工”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 在“进给和速度”对话框中选中☑ 主轴速度 (rpm)复选框，然后在其文本框中输入值 600.0，在剪切文本框中输入值 100.0，其他参数采用系统默认设置。

Stage8. 生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 6.5.14 所示，2D 动态仿真加工后结果如图 6.5.15 所示。

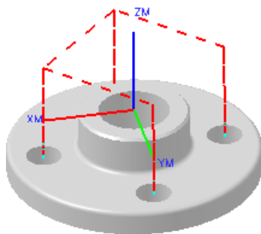
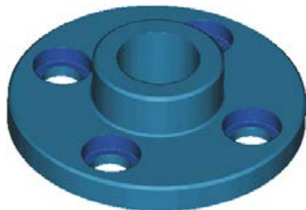


图 6.5.14　刀路轨迹


图 6.5.15　2D 仿真结果

Task5. 保存文件

选择下拉菜单文件(F) ➡ 保存(S)命令，保存文件。

6.6　攻　螺　纹

攻螺纹，即用丝锥加工孔的内螺纹。下面以图 6.6.1 所示的模型为例来说明创建攻螺纹加工操作的一般步骤。

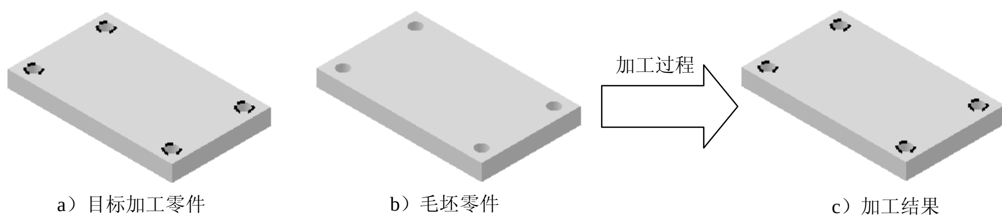


图 6.6.1 攻螺纹加工

Task1. 打开模型文件并进入加工模块

Step1. 打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch06\ch06.06\tapping.prt。

Step2. 进入加工环境。选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，在"系统弹出加工环境"对话框 要创建的 CAM 设置 列表框中选择 drill 选项，单击 确定 按钮，进入加工环境。

Task2. 创建几何体

Step1. 创建机床坐标系。将默认的机床坐标系沿 ZC 方向偏置，偏置值为 10.0。

Step2. 在操作导航器中单击 MCS_MILL 节点前的"+"，双击节点 WORKPIECE，系统弹出"工件"对话框。

Step3. 在"工件"对话框中单击按钮，系统弹出"部件几何体"对话框，在"部件几何体"对话框中选择 几何体 单选项，单击 全选 按钮，系统自动选取全部零件为部件几何体。

Step4. 在"部件几何体"对话框中单击 确定 按钮，完成部件几何体的创建，同时系统返回到"工件"对话框。

Step5. 在"工件"对话框中单击按钮，系统弹出 "毛坯几何体"对话框，在 选择选项 区域选择 几何体 单选项，单击 全选 按钮，系统自动选取全部零件为毛坯几何体，完成后单击 确定 按钮。

Step6. 单击"工件"对话框中的 确定 按钮，完成几何体的创建。

Task3. 创建刀具

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出图 6.6.2 所示的"创建刀具"对话框。

Step2. 在 类型 下拉列表中选择 drill 选项，在 刀具子类型 区域中选择"TAP"按钮，在 名称 文本框中输入 D6，单击 确定 按钮，系统弹出图 6.6.3 所示的"钻刀"对话框。



图 6.6.2　“创建刀具”对话框

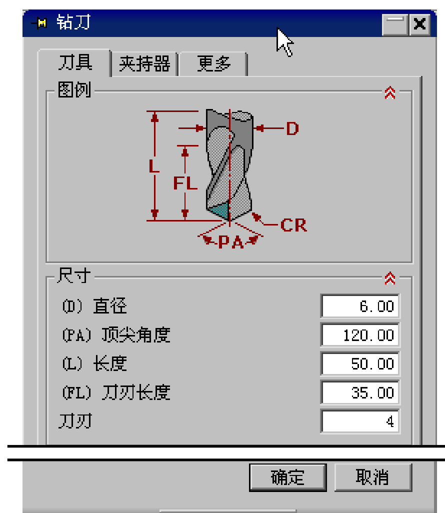


图 6.6.3　“钻刀”对话框

Step3. 在“钻刀”对话框(D) 直径文本框中输入值 6.0，在刀具号文本框中输入值 1，其他参数采用系统默认设置，单击确定按钮，完成刀具的设置。

Task4. 创建操作

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单插入(S) → 操作(E)...命令，系统弹出图 6.6.4 所示的“创建操作”对话框。

Step2. 在“创建操作”对话框操作子类型区域中选择“TAPPING”按钮，在刀具下拉列表中选用前面设置的刀具D6 (Drilling Tool)选项，其他参数采用系统默认的设置。

Step3. 单击“创建操作”对话框中的确定按钮，系统弹出图 6.6.5 所示的“出屑”对话框。

Stage2. 指定加工点

Step1. 指定加工点。

（1）单击“出屑”对话框指定孔右侧的按钮，系统弹出“点到点几何体”对话框，单击选择按钮，系统弹出“点位选择”对话框。

（2）在图形取中选取图 6.6.6 所示的孔，单击“点位选择”对话框中确定按钮，被选择的四个孔被编号，完成后单击“点到点几何体”对话框中的确定按钮，返回“出屑”对话框。

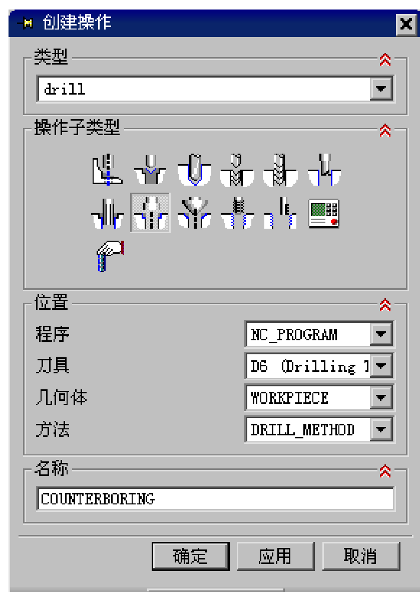


图 6.6.4　“创建操作”对话框



图 6.6.5　“出屑”对话框

Step2. 指定部件表面。

（1）单击“出屑”对话框指定部件表面右侧的按钮，系统弹出“部件表面”对话框。

（2）在“部件表面”对话框中单击“面”按钮，选取图 6.6.7 所示的平面为部件表面。

（3）单击“部件表面”对话框中的确定按钮，返回“出屑”对话框。

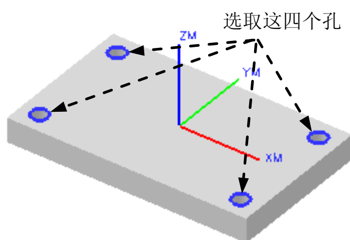


图 6.6.6　指定加工点

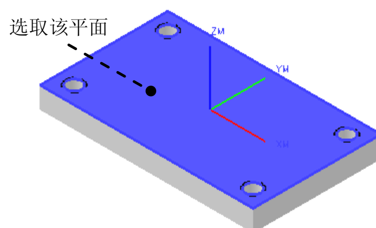


图 6.6.7　指定部件表面

Step3. 指定底面。

（1）单击“出屑”对话框指定底面右侧的按钮，系统弹出“底面”对话框。

（2）在“底面”对话框中单击“一般平面”按钮，系统弹出“平面构造器”对话框，单击其中的“XY 平面”按钮，指定 XC-YC 平面为底面，单击确定按钮，返回到“底面”对话框。

（3）单击“底面”对话框中的 确定 按钮，返回“出屑”对话框。

Stage3．设置刀轴

选择系统默认的 +ZM 轴 作为要加工孔的轴线方向。

Stage4．设置循环控制参数

Step1．在“出屑”对话框 循环类型 区域的 循环 下拉列表中选择 标准攻丝... 选项，系统弹出“指定参数组”对话框。

Step2．在“指定参数组”对话框中采用系统默认的参数设置，单击 确定 按钮，系统弹出 “Cycle 参数”对话框，单击 Depth (Tip) - 0.0000 按钮，系统弹出 “Cycle 深度”对话框。

Step3．在“Cycle 深度”对话框中单击 穿过底面 按钮，系统返回“Cycle 参数”对话框。

Step4．单击“Cycle 参数”对话框中的 Rtrcto - 无 按钮，系统弹出“安全高度设置类型”对话框。单击 距离 按钮，系统弹出“退刀”对话框，在文本框中输入值 10.0，单击 确定 按钮，系统返回“Cycle 参数”对话框。

Step5．在“Cycle 参数”对话框中单击 确定 按钮，系统返回“出屑”对话框。

Stage5．设置一般参数

Step1．定义最小安全距离。在 最小安全距离 文本框中输入值 5.0。

Step2．设置通孔安全距离。在 通孔安全距离 文本框中输入值 1.5。

Stage6．设置避让

Step1．单击“出屑”对话框中的“避让”按钮，系统弹出“避让几何体”对话框。

Step2．单击“避让几何体”对话框中的 Clearance Plane -无 按钮，系统弹出“安全平面”对话框。

Step3．单击“安全平面”对话框中的 指定 按钮，系统弹出“平面构造器”对话框，在 偏置 文本框中输入值 10.0，然后选取图 6.6.8 所示的平面为参照平面，单击 确定 按钮，系统返回“安全平面”对话框，并创建一个安全平面，单击“安全平面”对话框中的 显示 按钮可以查看创建的安全平面（图 6.6.9）。

Step4．单击“安全平面”对话框中的 确定 按钮，返回“避让几何体”对话框，然后单击“避让几何体”对话框中的 确定 按钮，完成安全平面的设置，并返回“出屑”对话框。

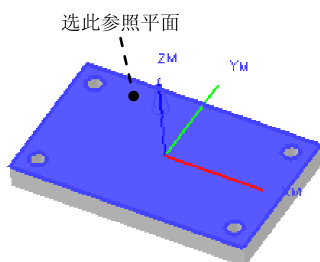


图 6.6.8　选取参照平面

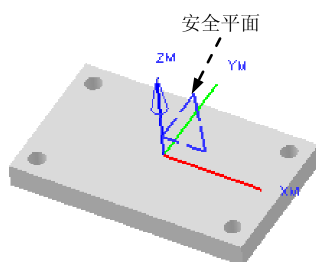


图 6.6.9　创建安全平面

Stage7．设置进给和速度

Step1．单击“出屑”对话框中的进给和速度按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．在 自动设置 区域 表面速度（smm） 文本框中输入值 8.0，系统会根据此设置同时完成主轴速度的设置，在“进给率”区域的 剪切 文本框中输入值 50.0，其他参数采用系统默认设置。

Task5．生成刀路轨迹

生成的刀路轨迹如图 6.6.10 所示。

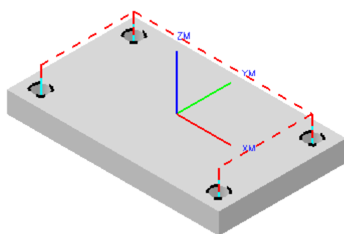


图 6.6.10　刀路轨迹

Task6．保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

6.7　钻孔加工综合范例

Task1．打开模型文件并进入加工模块

Step1．打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch06\ch06.07\drilling.prt。

Step2．进入加工环境。选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，在系统弹出“加工环境”对话框 要创建的 CAM 设置 列表框中选择 drill 选项，单击 确定 按钮，进入加工环境。

Task2．创建几何体

Stage1．创建机床坐标系和安全平面

Step1. 在操作导航器中进入几何体视图，双击节点 MCS_MILL，系统弹出“Mill Orient”对话框。

Step2. 在“Mill Orient”对话框机床坐标系选项区域中单击“CSYS 会话”按钮，在系统弹出的“CSYS”对话框类型下拉列表中选择动态选项。

Step3. 单击“CSYS”对话框操控器区域中的“点对话框”按钮，在“点”对话框的 XC 文本框中输入值-200.0，在 YC 文本框中输入值 200.0，在 ZC 文本框中输入值 0.0，单击确定按钮，然后以 YM 轴为轴线旋转 180°，结果如图 6.7.1 所示，单击“CSYS”对话框中的确定按钮，返回到“Mill Orient”对话框。

Step4. 在“Mill Orient”对话框安全设置区域的安全设置选项下拉列表中选择平面选项，单击按钮，然后选取图 6.7.1 所示的模型表面为偏置平面，在“平面构造器”对话框偏置文本框中输入值 10.0，单击“平面构造器”对话框中的确定按钮，完成安全平面的创建。

Step5. 单击“Mill Orient”对话框中的确定按钮，完成机床坐标系和安全平面的创建。

Stage2．创建部件几何体

Step1. 将操作导航器调整倒几何视图状态，单击 MCS_MILL 节点前的“+”，双击节点 WORKPIECE，系统弹出“工件”对话框。

Step2. 在“工件”对话框中单击按钮，系统弹出“部件几何体”对话框，在“部件几何体”对话框中选择几何体单选项，单击全选按钮，系统自动选取全部零件为部件几何体，单击确定按钮，返回到“工件”对话框。

Step3. 在“工件”对话框中单击按钮，系统弹出“毛坯几何体”对话框，在选择选项区域中选择自动块单选项，系统自动选取毛坯几何体，如图 6.7.2 所示，完成后单击确定按钮。

Step4. 单击“工件”对话框中的确定按钮，完成几何体的创建。

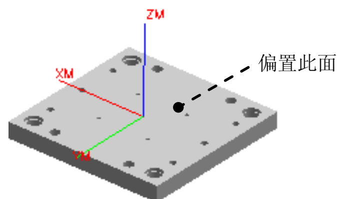


图 6.7.1　机床坐标系

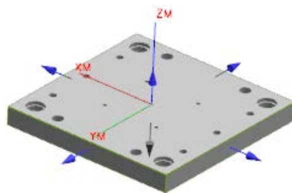


图 6.7.2　毛坯几何体

Task3．创建刀具

Stage1．创建刀具（一）

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出图 6.7.3 所示的“创建刀具”对话框。

Step2. 确定刀具类型。在“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 drill 选项，在 刀具子类型 区域中选择“DRILLING_TOOL”按钮。在 名称 文本框中输入 D6，然后单击 确定 按钮，系统弹出图 6.7.4 所示的“钻刀”对话框。

Step3. 设置刀具参数。在“钻刀”对话框中 (D) 直径 文本框中输入值 6.0，在 刀具号 文本框中输入值 1，其他参数采用系统默认设置，单击 确定 按钮，完成刀具的设置。



图 6.7.3 “创建刀具”对话框

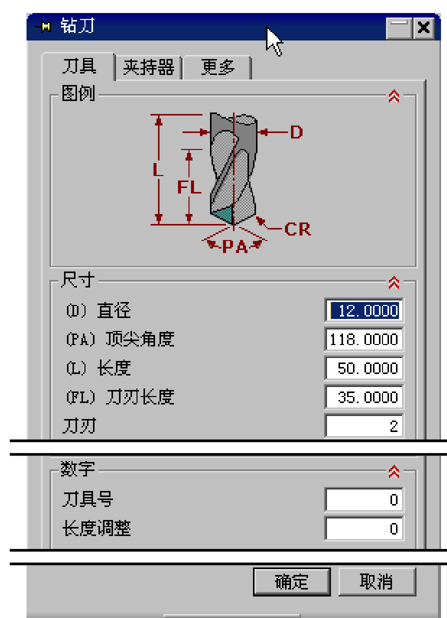


图 6.7.4 “钻刀”对话框

Stage2. 创建刀具（二）

参照 Stage1 操作步骤，选择刀具类型为 drill 选项，选择 刀具子类型 为“DRILLING_TOOL”，输入刀具名称 D9，设置刀具 (D) 直径 为 9.0，设置 刀具号 为 2；创建刀具 D9。

Stage3. 创建刀具（三）

参照 Stage1 操作步骤，选择刀具类型为 drill 选项，选择 刀具子类型 为“DRILLING_TOOL”，输入刀具名称 D25，设置刀具 (D) 直径 为 25.0，设置 刀具号 为 3；创建刀具 D25。

Stage4. 创建刀具（四）

参照 Stage1 操作步骤，选择刀具类型为 drill 选项，选择 刀具子类型 为“DRILLING_TOOL”，输入刀具名称 D35，设置刀具 (D) 直径 为 35.0，设置 刀具号 为 4；创建刀具 D35。

Stage5．创建刀具（五）

参照 Stage1 操作步骤，选择刀具类型为drill选项，选择刀具子类型为“DRILLING_TOOL”，输入刀具名称 D15，设置刀具(D) 直径为 15.0，设置刀具号为 5；创建刀具 D15。

Stage6．创建刀具（六）

参照 Stage1 操作步骤，选择刀具类型为drill选项，选择刀具子类型为“COUNTERBORING_TOOL”，输入刀具名称 D7，设置刀具(D) 直径为 7.0，设置刀具号为 6；创建刀具 D7。

Stage7．创建刀具（七）

参照 Stage1 操作步骤，选择刀具类型为drill选项，选择刀具子类型为“COUNTERBORING_TOOL”，输入刀具名称 D16，设置刀具(D) 直径为 16.0，设置刀具号为 7；创建刀具 D16。

Stage8．创建刀具（八）

参照 Stage1 操作步骤，选择刀具类型为drill选项，选择刀具子类型为“COUNTERBORING_TOOL”，输入刀具名称 D41，设置刀具(D) 直径为 41.0，设置刀具号为 8；创建刀具 D41。

说明：本范例包括钻孔和沉孔。先设置八把不同参数的刀，在后面创建操作过程中直接调用即可。

Task4．创建钻孔操作 1

Stage1．插入操作

Step1．选择下拉菜单插入(S) ➡ 操作(E)...命令，系统弹出图 6.7.5 所示的“创建操作”对话框。

Step2．确定加工方法。在“创建操作”对话框的操作子类型区域中选择“DRILLING”按钮，在几何体下拉列表中选择WORKPIECE选项，在刀具下拉列表中选择D6 (Drilling Tool)选项，其他参数采用系统默认设置，单击确定按钮，系统弹出图 6.7.6 所示的“钻”对话框。

Stage2．指定钻孔点

Step1．单击“钻”对话框指定孔右侧的按钮，系统弹出“点到点几何体”对话框，单击选择按钮，系统弹出“点位选择”对话框。

Step2．在图形区选取图 6.7.7 所示的圆，单击“点位选择”对话框中的确定按钮，然后单击“点到点几何体”对话框中的确定按钮，系统返回“钻”对话框。

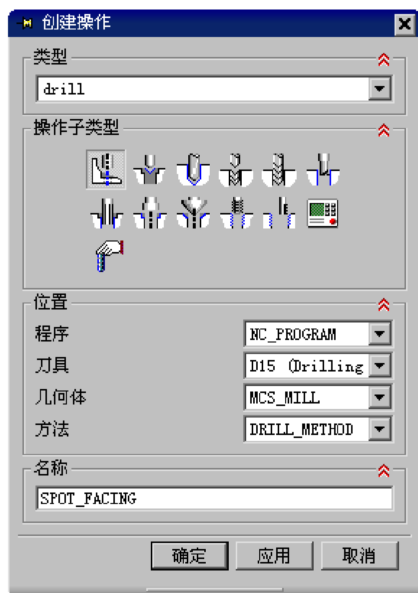


图 6.7.5 “创建操作”对话框

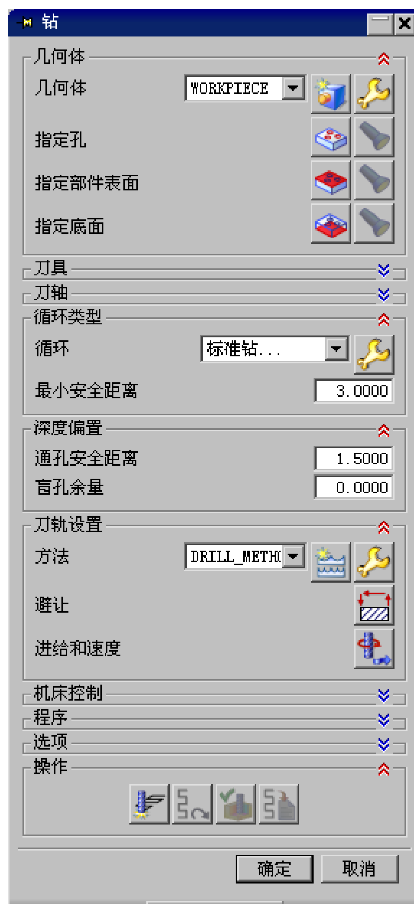


图 6.7.6 “钻”对话框

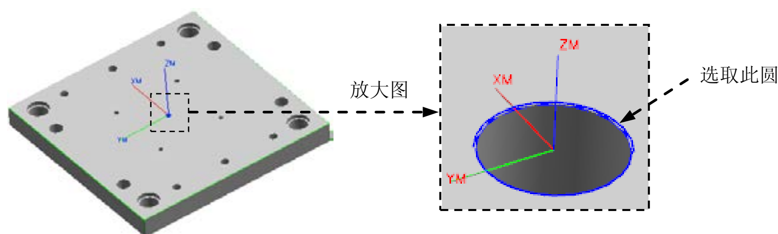


图 6.7.7 指定钻孔点

Stage3. 指定部件表面和底面

Step1. 单击“钻”对话框指定部件表面右侧的按钮，系统弹出“部件表面”对话框。

Step2. 在“部件表面”对话框中选择“面”按钮，选取图 6.7.8 所示的面为部件表面，完成后单击“部件表面”对话框中的确定按钮，返回“钻”对话框。

Step3. 单击“钻”对话框指定底面右侧的按钮，系统弹出“底面”对话框。

Step4. 在“底面”对话框中选择“面”按钮，选取图 6.7.9 所示的面为底面，完成后

单击“底面”对话框中的确定按钮，返回“钻”对话框。

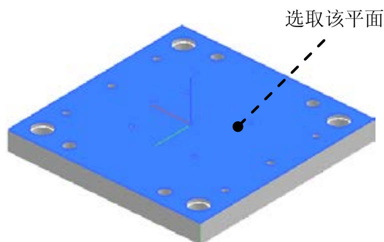


图 6.7.8　指定部件表面

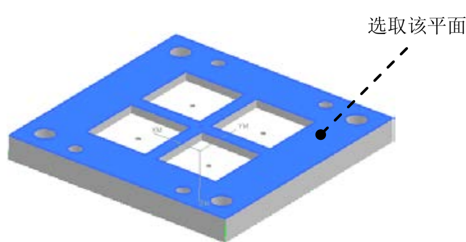


图 6.7.9　指定底面

Stage4．设置刀轴

选择系统默认的+ZM 轴作为要加工孔的轴线方向。

Stage5．设置循环控制参数

Step1．在“钻”对话框循环类型区域的循环下拉列表中选择标准钻...选项，系统弹出“指定参数组”对话框。

Step2．在“指定参数组”对话框中设定Number of Sets文本框的值为 1，单击确定按钮，系统弹出“Cycle 参数”对话框，单击Depth -模型深度按钮，系统弹出“Cycle 深度”对话框。

Step3．在“Cycle 深度”对话框单击穿过底面按钮，系统返回“Cycle 参数”对话框，单击确定按钮，直到系统返回“钻”对话框。

Stage6．设置一般参数

Step1．在“钻”对话框中的最小安全距离文本框中输入值 10.0。

Step2．在“钻”对话框中的通孔安全距离文本框中输入值 2.0。

Stage7．设置进给和速度

Step1．单击“钻”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．在自动设置区域表面速度 (smm)文本框中输入值 10.0，系统会根据此设置同时完成主轴速度的设置，在剪切文本框中输入值 50.0，其他参数采用系统默认设置，单击确定按钮。

Stage8．生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 6.7.10 所示，2D 动态仿真加工后结果如图 6.7.11 所示。

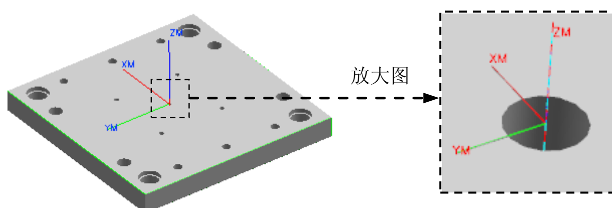


图 6.7.10　刀路轨迹

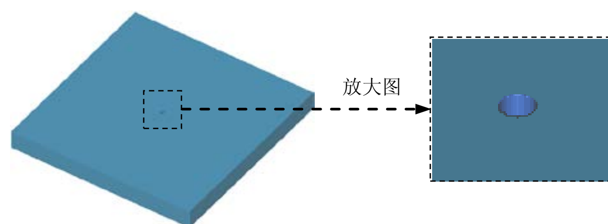


图 6.7.11 2D 仿真结果

Task5. 创建钻孔操作 2

Step1. 复制钻孔操作。在操作导航器的空白处单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择 程序顺序视图 选项，然后在 DRILLING 节点上单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择 复制 命令。

Step2. 粘贴钻孔操作。在操作导航器的 DRILLING 节点上单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择 粘贴 命令。

Step3. 修改操作名称。在操作导航器的 DRILLING_COPY 节点上单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择 重命名 命令，将其名称改为“DRILLING_D9”。

Step4. 重新定义操作。

（1）双击 Step3 改名的 DRILLING_D9 节点，系统弹出“钻”对话框。

（2）在“钻”对话框中单击 指定孔 右侧的按钮，系统弹出“点到点几何体”对话框，单击 选择 按钮，系统消息区出现提示“省略现有点吗？”，此时在系统弹出的对话框中单击 是 按钮，系统弹出“点位选择”对话框。

（3）在图形区中选取图 6.7.12 所示的四个孔的边线，单击“点位选择”对话框中 确定 按钮，被选择的四个孔被自动编号。

（4）单击“点到点几何体”对话框中的 确定 按钮，返回“钻”对话框。

（5）在“钻”对话框 刀具 区域的 刀具 下拉列表中选择前面创建的 2 号刀具 D9 (Drilling Tool)。

Step5. 单击“生成”按钮，生成的刀路轨迹如图 6.7.13 所示。

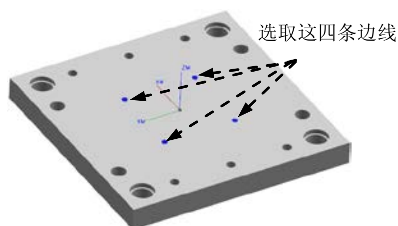


图 6.7.12 指定孔位置

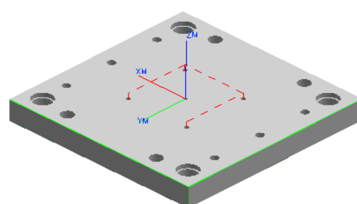


图 6.7.13 刀路轨迹

Task6．创建钻孔操作 3

参照 Task5 的操作步骤再次复制钻孔操作并粘贴，将复制粘贴后的操作名称改为"DRILLING_D25"，刀具选择 3 号刀具 D25 (Drilling Tool)，选取图 6.7.14 所示的孔边线，生成的刀路轨迹如图 6.7.15 所示。

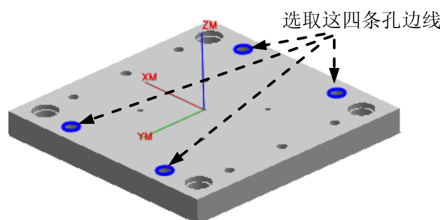


图 6.7.14 指定孔位置

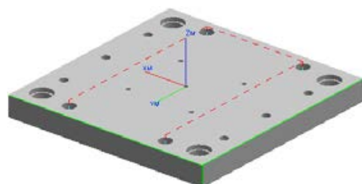


图 6.7.15 刀路轨迹

Task7．创建钻孔操作 4

参照 Task5 的操作步骤复制钻孔操作并粘贴，将复制粘贴后的操作名称改为"DRILLING_D35"，刀具选择 4 号刀具 D35 (Drilling Tool)，选取图 6.7.16 所示的孔边线，生成的刀路轨迹如图 6.7.17 所示。

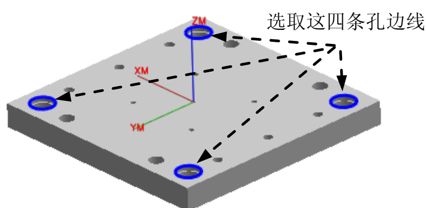


图 6.7.16 指定孔位置

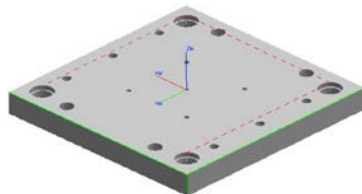


图 6.7.17 刀路轨迹

Task8．创建钻孔操作 5

参照 Task4 的操作步骤，刀具选择 5 号刀具 D15 (Drilling Tool)，操作名称为"DRILLING_D15"，选取图 6.7.18 所示的 6 个孔的边线，与前面不同的是，在 Stage5 设置循环控制参数时，采用系统默认的 Depth -模型深度 选项，生成的刀路轨迹如图 6.7.19 所示。

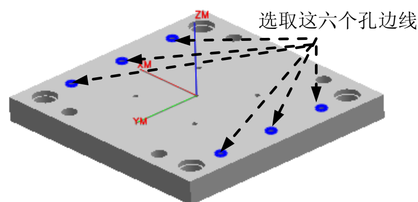


图 6.7.18 指定孔位置

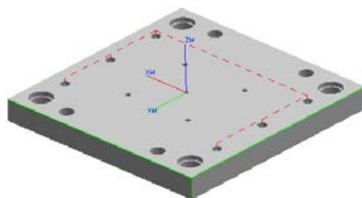


图 6.7.19 刀路轨迹

Task9．创建沉孔操作 1

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单 插入(S) ➡ 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．在“创建操作”对话框 操作子类型 区域中选择“COUNTERBORING”按钮，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在 刀具 下拉列表中选择 D7 (Milling Tool-5 Parameters) 选项，其他参数采用系统默认设置。单击 确定 按钮，系统弹出“沉头孔加工”对话框。

Stage2．指定加工点

Step1．选择加工点。

（1）单击“沉头孔加工”对话框 指定孔 右侧的按钮，系统弹出“点到点几何体”对话框，单击 选择 按钮，系统弹出“点位选择”对话框。

（2）在图形取中选取图 6.7.20 所示的孔，单击“点位选择”对话框中 确定 按钮，完成后单击“点到点几何体”对话框中的 确定 按钮，返回“沉头孔加工”对话框。

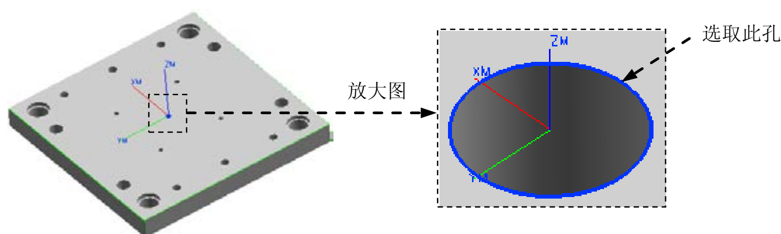


图 6.7.20　指定钻孔点

Step2．定义部件表面。

（1）单击“沉头孔加工”对话框中的“指定部件表面”按钮，系统弹出“部件表面”对话框。

（2）在“部件表面”对话框中单击“面”按钮，选取图 6.7.21 所示的平面为部件表面。

（3）单击“部件表面”对话框中的 确定 按钮，返回“沉头孔加工”对话框。

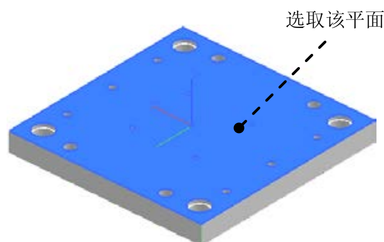


图 6.7.21　指定部件表面

Stage3．指定刀轴

选择系统默认的 +ZM 轴 作为要加工孔的轴线方向。

Stage4．设置循环控制参数

Step1. 在“沉头孔加工”对话框 循环类型 区域的 循环 下拉列表中选择 标准钻... 选项，系统弹出“指定参数组”对话框。

Step2. 在“指定参数组”对话框中采用系统默认的参数设置，单击 确定 按钮，系统弹出 “Cycle 参数”对话框，单击 Depth -模型深度 按钮，系统弹出“Cycle 深度”对话框。

Step3. 在“Cycle 深度”对话框单击 刀尖深度 按钮，系统弹出 “深度”对话框，在其中的文本框中输入值 32.0，单击 确定 按钮，系统返回“Cycle 参数”对话框。

Step4. 单击“Cycle 参数”对话框中的 Rtrcto - 无 按钮，在系统弹出的对话框中单击 距离 按钮，系统弹出“退刀”对话框，在文本框中输入值 10.0，单击 确定 按钮，系统返回“Cycle 参数”对话框。

Step5. 在“Cycle 参数”对话框中单击 确定 按钮，系统返回“沉头孔加工”对话框。

Stage5．设置最小安全距离

在“沉头孔加工”对话框中的 最小安全距离 文本框中输入值 5.0。

Stage6．设置进给和速度

Step1. 单击“沉头孔加工”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 在 自动设置 区域 表面速度 (smm) 文本框中输入值 7.0，系统会根据此设置同时完成主轴速度的设置，在 剪切 文本框中输入值 100.0，其他参数采用系统默认设置，单击 确定 按钮。

Stage7．生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 6.7.22 所示，2D 动态仿真加工后结果如图 6.7.23 所示。

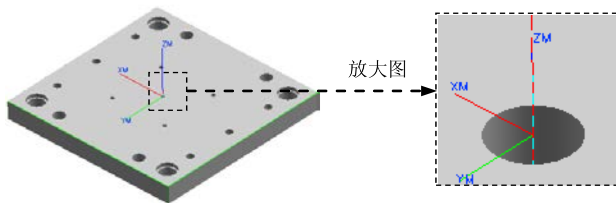


图 6.7.22　刀路轨迹

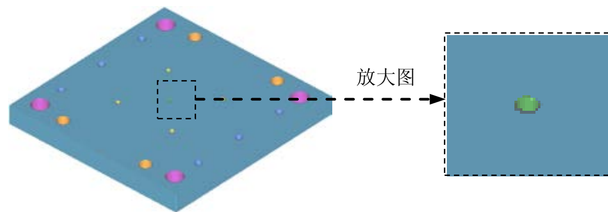


图 6.7.23　2D 仿真结果

Task10．创建沉孔操作 2

此步骤为 7 号刀具 D16 (Milling Tool-5 Parameters) 创建沉孔操作，具体步骤及相应参数可参照 Task9，选取的孔边线如图 6.7.24 所示，不同点是在定义刀尖深度值改为 27.0，生成的刀路轨迹如图 6.7.24 所示，2D 动态仿真加工后结果如图 6.7.25 所示。

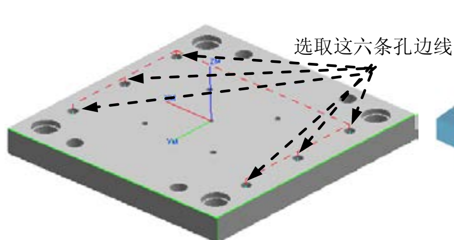


图 6.7.24　刀路轨迹

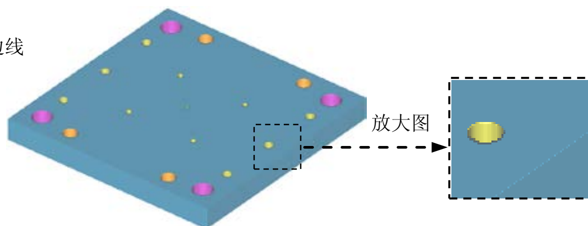


图 6.7.25　2D 仿真结果

Task11．创建沉孔操作 3

此步骤为 8 号刀具 D41 (Milling Tool-5 Parameters) 创建沉孔操作，具体步骤及相应参数可参照 Task9，选取的孔边线如图 6.7.26 所示，不同点是在定义刀尖深度值改为 8.0，生成的刀路轨迹如图 6.7.26 所示，2D 动态仿真加工后结果如图 6.7.27 所示。

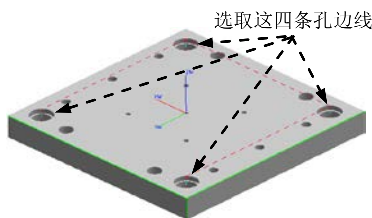


图 6.7.26　刀路轨迹

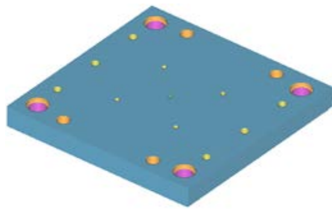


图 6.7.27　2D 仿真结果

Task12．保存文件

选择下拉菜单 文件(F) ➡ 保存(S) 命令，保存文件。

第 7 章　车 削 加 工

本章提要　UG NX 7.0 车削加工包括粗车加工、精车加工、沟槽车削和螺纹加工等。本章将通过一些范例来介绍 UG NX 7.0 车削加工的各种加工类型，希望读者阅读完本章后，可以了解车削加工的基本原理，掌握车削加工的主要操作步骤，并能熟练的对车削加工参数进行设置。

7.1　车 削 概 述

7.1.1　车削加工简介

车削加工是机加工中最为常用的加工方法之一，用于加工回转体的表面。由于科学技术的进步和提高生产率的必要性，用于车削作业的机械得到了飞速发展。新的车削设备在自动化、高效性以及与铣削和钻孔原理结合的普遍应用中得到了迅速成长。

在 UG NX 7.0 中，用户通过“车削”模块的操作导航器可以方便地管理加工操作方法及参数。在操作导航器中可以创建粗加工、精加工、教学模式、中心线钻孔和螺纹等操作方法；加工参数（如主轴定义、工件几何体、加工方式和刀具）则按组指定，这些参数在操作方法中共享，其他参数在单独的操作中定义。当工件完成整个加工程序时，处理中的工件将跟踪计算并以图形方式显示所有移除材料后所剩余的材料。

7.1.2　车削加工的子类型

进入加工模块后，选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出图 7.1.1 所示的“创建操作”对话框。在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 turning 选项，此时，对话框中出现车削加工的 24 种子类型。

图 7.1.1 所示的“创建操作”对话框 操作子类型 区域中各按钮说明如下：

- A1（CENTERLINE_SPOTDRILL）：中心线点钻。
- A2（CENTERLINE_DRILLING）：中心线钻孔。
- A3（CENTERLINE_PECKDRILL）：中心线啄钻。
- A4（CENTERLINE_BREAKCHIP）：中心线断屑钻。

- A5（CENTERLINE_REAMING）：中心线铰孔。
- A6（CENTERLINE_TAPPING）：中心线攻螺纹。

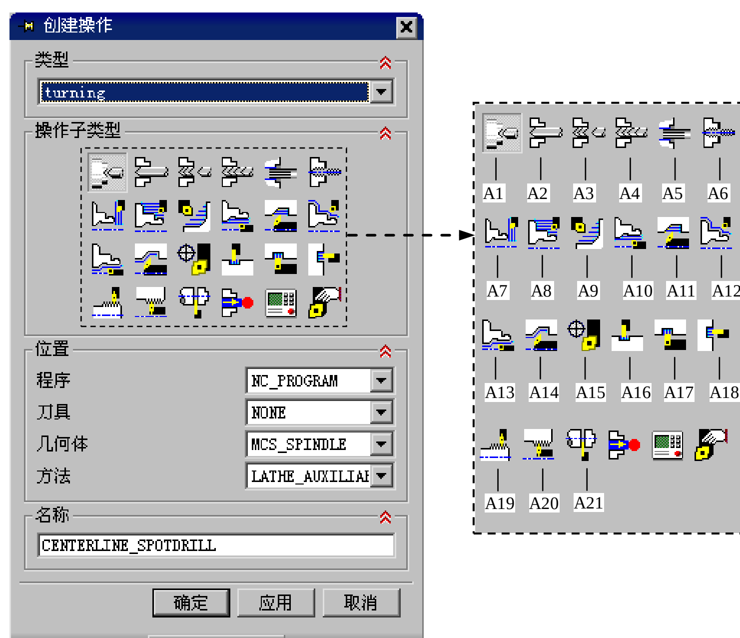
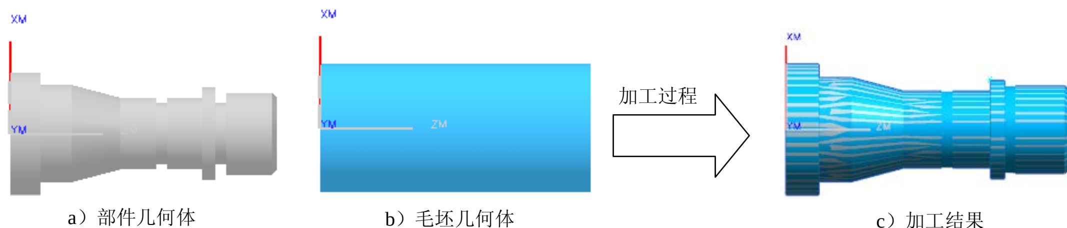


图 7.1.1 “创建操作”对话框

- A7（FACING）：端面加工。
- A8（ROUGH_TURN_OD）：粗车外形轮廓。
- A9（ROUGH_BACK_TURN）：反向粗车外形轮廓。
- A10（ROUGH_BORE_ID）：粗车内孔轮廓。
- A11（ROUGH_BACK_BORE）：反向粗车内孔轮廓。
- A12（FINISH_TURN_OD）：精车外形轮廓。
- A13（FINISH_BORE_ID）：精车内孔轮廓。
- A14（FINISH_BACK_BORE）：反向精车内孔轮廓。
- A15（TEACH_MODE）：教学模式。
- A16（GROOVE_OD）：车外沟槽。
- A17（GROOVE_ID）：车内沟槽。
- A18（GROOVE_FACE）：车端面槽。
- A19（THREAD_OD）：车外螺纹。
- A20（THREAD_ID）：车内螺纹。
- A21（PARTOFF）：切断工件。

7.2　粗车外形加工

粗加工功能包含了用于去除大量材料的许多切削技术。这些加工方法包括用于高速粗加工的策略，以及通过正确的内置进刀/退刀运动达到半精加工或精加工的质量。车削粗加工依赖于系统的剩余材料自动去除功能。 下面以图 7.2.1 所示的零件介绍粗车外形加工的一般步骤。



a）部件几何体　　b）毛坯几何体　　c）加工结果

图 7.2.1　粗车外形加工

Task1．打开模型文件并进入加工模块

Step1．打开文件 D:\ugnx7.9\work\ch07\ch07.02\ turning1.prt。

Step2．选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，系统弹出“加工环境”对话框，在“加工环境”对话框 要创建的 CAM 设置 列表中选择 turning 选项，单击 确定 按钮，进入加工环境。

Task2．创建几何体

Stage1．创建机床坐标系

Step1．在操作导航器中调整到几何视图状态，双击节点 MCS_SPINDLE，系统弹出“Turn Orient”对话框，如图 7.2.2 所示。

Step2．在图形区观察机床坐标系方位，若无需调整，在“Turn Orient”对话框中单击 确定 按钮，完成坐标系的创建，如图 7.2.3 所示。

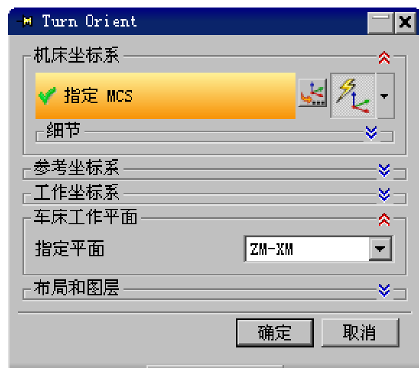


图 7.2.2　“Turn Orient”对话框

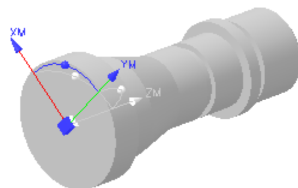


图 7.2.3　创建坐标系

Stage2．创建部件几何体

Step1．在操作导航器中双击 MCS_SPINDLE 节点下的 WORKPIECE，系统弹出图 7.2.4 所示的“工件”对话框。

Step2．单击“工件”对话框中的按钮，在系统弹出的“部件几何体”对话框中选择 几何体 单选项，单击 全选 按钮，系统自动选取整个零件为部件几何体。

Step3．依次单击“部件几何体”对话框和“工件”对话框中的 确定 按钮，完成部件几何体的创建。

Stage3．创建毛坯几何体

Step1．在操作导航器中的几何视图状态下双击 WORKPIECE 节点下的子菜单节点 TURNING_WORKPIECE，系统弹出图 7.2.5 所示的“Turn Bnd”对话框。



图 7.2.4　“工件”对话框

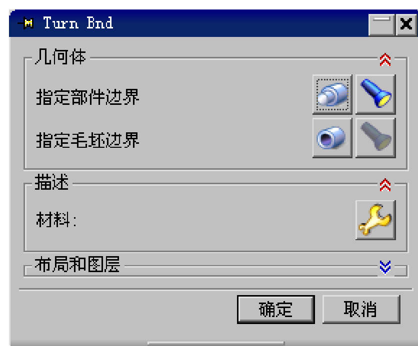


图 7.2.5　“Turn Bnd”对话框

Step2．单击“Turn Bnd”对话框 指定部件边界 右侧的按钮，系统弹出图 7.2.6 所示的“部件边界”对话框，此时系统会自动指定部件边界，并在图形区显示如图 7.2.7 所示，单击 确定 按钮完成部件边界的定义。

Step3．单击“Turn Bnd”对话框中的“指定毛坯边界”按钮，系统弹出“选择毛坯”对话框，如图 7.2.8 所示。

Step4．在“选择毛坯”对话框中确认“杆材”按钮被选择，在 点位置 区域选择 在主轴箱处 单选项，单击 选择 按钮，系统弹出“点”对话框，在图形区中选择机床坐标系的原点为毛坯放置位置，单击 确定 按钮，完成安装位置的定义，并返回“选择毛坯”对话框。

Step5．在“选择毛坯”对话框 长度 文本框中输入值 530.0，在 直径 文本框中输入值 250.0，单击 确定 按钮，在图形区中显示毛坯边界，如图 7.2.9 所示。

Step6. 单击“Turn Bnd”对话框中的 确定 按钮，完成毛坯几何体的定义。



图 7.2.6　“部件边界”对话框



图 7.2.8　“选择毛坯”对话框

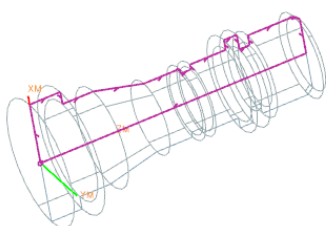


图 7.2.7　部件边界

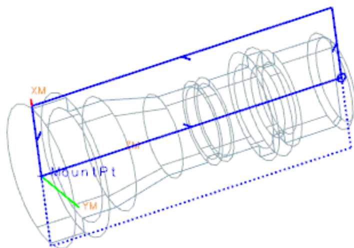


图 7.2.9　毛坯边界

图 7.2.8 所示的“选择毛坯”对话框中各选项说明如下：

- （杆材）：如果加工部件的几何体是实心的，则选择此选项。
- （管材）：如果加工部件带有中心线钻孔，则选择此选项。
- （从曲线料）：如果毛坯作为模型部件存在，则选择此类型。
- （从工作区）：从工作区中选择一个毛坯，这种方式可以选择上步加工后的工件作为毛坯。
- 安装位置 区域：用于设置毛坯相对于工件的位置参考点。如果选取的参考点不在工件轴线上时，系统会自动找到该点在轴线上的投射点，然后将杆料毛坯一端的圆心与该投射点对齐。
- 点位置 区域：用于确定毛坯相对于工件的放置方向。若选择 在主轴箱处 单选项后，毛坯将沿坐标轴在正方向放置；若选择 离开主轴箱 单选项后，毛坯则沿坐标轴的负

方向放置。

Task3．创建 1 号刀具

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出“创建刀具”对话框。

Step2．在图 7.2.10 所示的“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 turning 选项，在 刀具子类型 区域中单击“OD_80_L”按钮，在 位置 区域的 刀具 下拉列表中选择 GENERIC_MACHINE 选项，采用系统默认的名称，单击 确定 按钮，系统弹出“车刀-标准”对话框。

Step3．在“车刀-标准”对话框中设置图 7.2.11 所示的参数。



图 7.2.10　“创建刀具”对话框

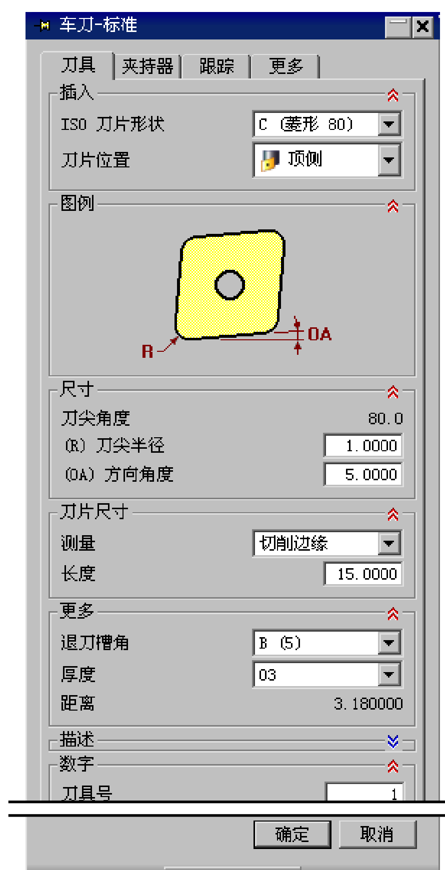


图 7.2.11　“车刀-标准”对话框

图 7.2.11 所示的“车刀-标准”对话框中各选项卡说明如下：

- 刀具 选项卡：用于设置车刀的刀片。常见的车刀刀片按 ISO/ANSI/DIN 或刀具厂商标准划分。
- 夹持器 选项卡：该选项卡用于设置车刀夹持器的参数。
- 跟踪 选项卡：该选项卡用于设置跟踪点。系统使用刀具上的参考点来计算刀轨，这个参考点被称为跟踪点。跟踪点与刀具的拐角半径相关联，这样，当用户选择

跟踪点时，车削处理器将使用关联拐角半径来确定切削区域、碰撞检测、刀轨、处理中的工件（IPW），并定位到避让几何体。

Step4. 单击“车刀-标准”对话框中的夹持器选项卡，选中☑ 使用车刀夹持器复选框，采用系统默认的参数设置，如图 7.2.12 所示；调整到静态线框视图状态，显示出刀具的形状，如图 7.2.13 所示。

Step5. 单击“车刀-标准”对话框中的确定按钮，完成刀具的创建。

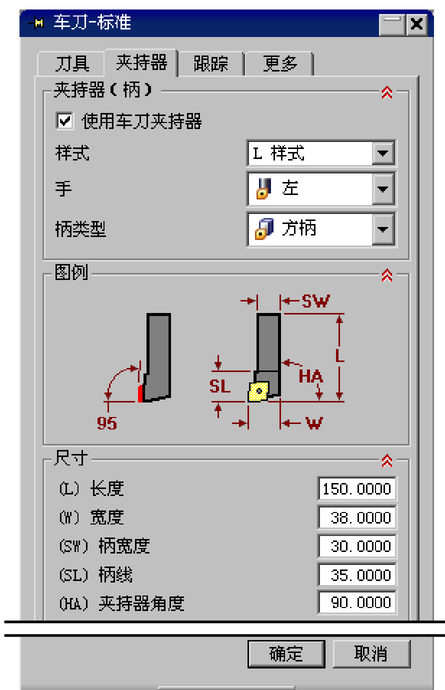


图 7.2.12　“夹持器”选项卡

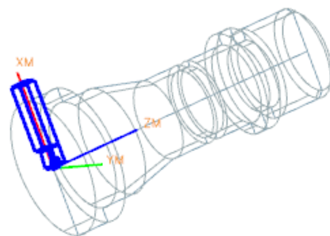


图 7.2.13　显示刀具

Task4. 指定车加工横截面

Step1. 选择下拉菜单工具(T) → 车加工横截面(N)...命令，系统弹出图 7.2.14 所示的“车加工横截面”对话框。

Step2. 单击选择步骤区域中的“体”按钮，在图形区中选取模型。

Step3. 单击选择步骤区域中“剖切平面”按钮，然后单击“简单截面”按钮后单击鼠标中键确定。

Step4. 单击确定按钮，完成车加工横截面的定义，结果如图 7.2.15 所示，然后单击取消按钮。

说明：车加工横截面是通过定义截面，从实体模型创建 2D 横截面曲线。这些曲线可以用在所有车削中来创建边界。横截面曲线是关联曲线，这意味着如果实体模型的大小或形状发生变化，则该曲线也将发生变化。



图 7.2.14 “车加工横截面”对话框

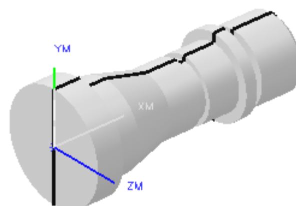


图 7.2.15 加工横截面

Task5．创建车削操作 1

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．在图 7.2.16 所示的“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 turning 选项，在 操作子类型 区域中单击“ROUGH_TURN_OD”按钮，在 程序 下拉列表中选择 PROGRAM 选项，在 刀具 下拉列表中选择 OD_80_L (Turning Tool-Standard) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 TURNING_WORKPIECE 选项，在 方法 下拉列表中选择 LATHE_ROUGH 选项，名称采用系统默认的名称。

Step3．单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出图 7.2.17 所示的“粗车 OD”对话框。

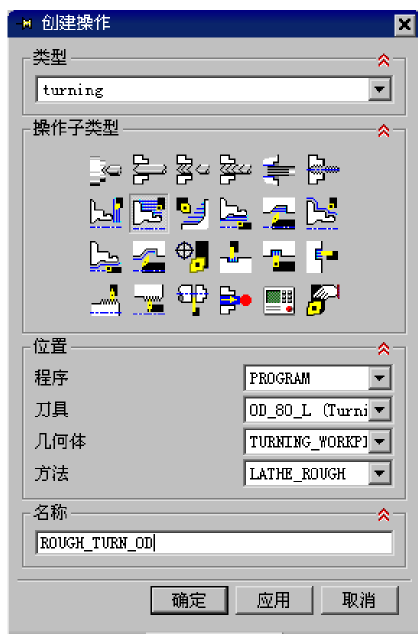


图 7.2.16 “创建操作”对话框



图 7.2.17 “粗车 OD”对话框

Stage2．显示切削区域

单击“粗车 OD”对话框切削区域右侧的“显示”按钮，在图形区中显示出切削区域如图 7.2.18 所示。

Stage3．设置切削参数

Step1．在“粗车 OD”对话框步距区域的切削深度下拉列表中选择恒定选项，在深度文本框中输入值 3.0。

Step2．单击“粗车 OD”对话框中的更多区域，选中☑附加轮廓加工复选框，如图 7.2.19 所示。

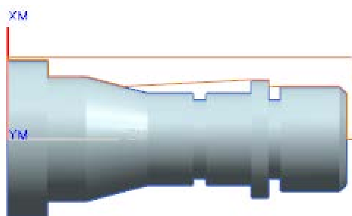


图 7.2.18　切削区域

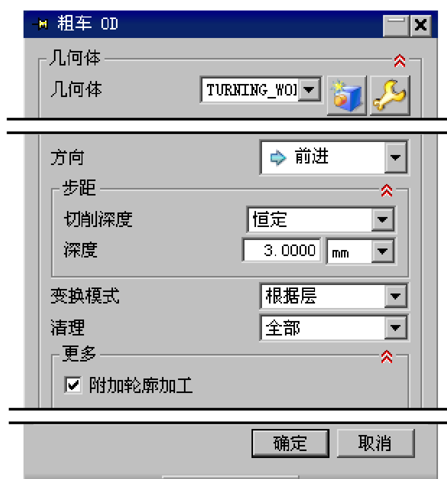


图 7.2.19　设置隐藏参数

Step3．设置切削参数。

（1）单击“粗车 OD”对话框中的“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框，在该对话框中选择余量选项卡，然后在公差区域的内公差和外公差文本框中都输入值 0.01，其他参数采用默认设置，如图 7.2.20 所示。

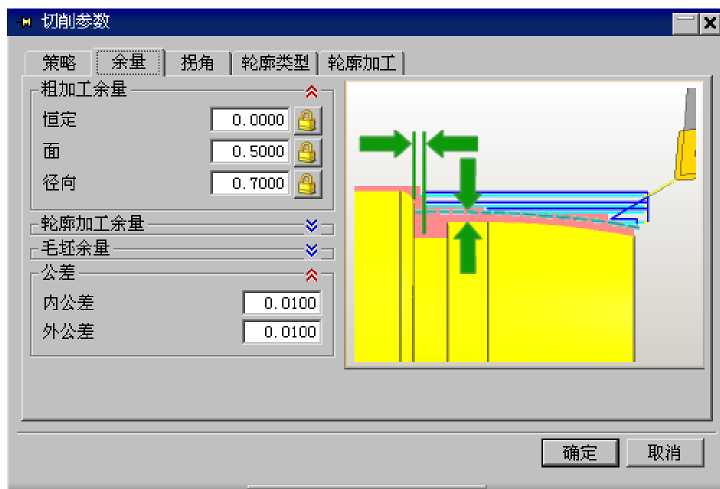


图 7.2.20　“余量”选项卡

（2）在“切削参数”对话框中选择 轮廓加工 选项卡，在 策略 下拉列表中选择 全部精加工 选项，其他参数采用默认设置，如图 7.2.21 所示，单击 确定 按钮回到“粗车 OD”对话框。

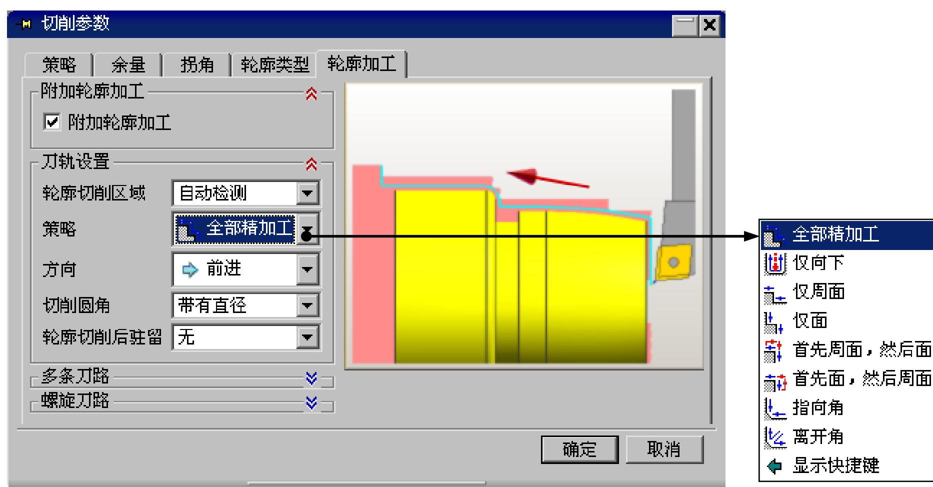


图 7.2.21　“轮廓加工”选项卡

图 7.2.21 所示的“轮廓加工”选项卡中部分选项说明如下：

附加轮廓加工 选项：用来产生附加轮廓刀路，以便清理部件表面。

策略 下拉列表：用来控制附加轮廓加工的部位。

- 全部精加工：所有的表面都进行精加工。
- 仅向下：只加工垂直于轴线方向的区域。
- 仅周面：只对圆柱面区域进行加工。
- 仅面：只对端面区域进行加工。
- 首先周面，然后面：先加工圆柱面区域，然后对端面进行加工。
- 首先面，然后周面：先加工端面区域，然后对圆柱面进行加工。
- 指向角：从端面和圆柱面向夹角进行加工。
- 离开角：从夹角向端面及圆柱面进行加工。

Stage4．设置非切削参数

单击“粗车 OD”对话框中的“非切削移动”按钮，系统弹出图 7.2.22 所示的“非切削移动”对话框。 在 进刀 选项卡 轮廓加工 区域的 进刀类型 下拉列表中选择 圆弧 - 自动 选项，其他参数采用系统默认设置，然后单击 确定 按钮返回到“粗车 OD”对话框。

图 7.2.22 所示的“进刀”选项卡中部分选项说明如下：

- 轮廓加工：走刀方式为沿工件表面轮廓走刀，一般情况下用在粗车加工之后，可以提高粗车加工的质量。进刀类型包括圆弧-自动、线性-自动、线性-增量、线性、

线性-相对于切削和点六种方式。

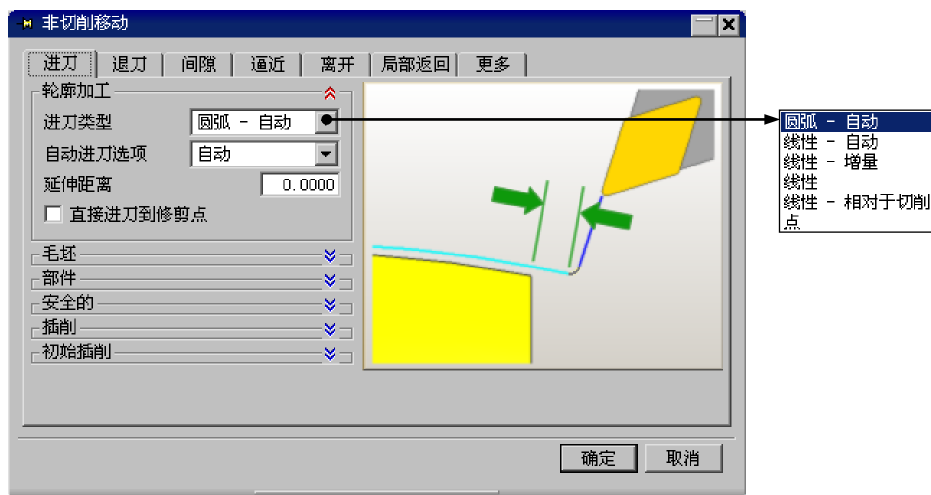


图 7.2.22　“非切削移动”对话框

☑ 圆弧 - 自动：使刀具沿光滑的圆弧曲线切入工件，从而不产生刀痕，这种进刀方式十分适合精加工或加工表面质量较高的曲面加工。

☑ 线性 - 自动：这种进刀方式使刀具沿工件或毛坯的起始点到终止点的方向，以直线方式进刀。

☑ 线性 - 增量：这种进刀方式通过用户指定 X 值和 Y 值，来确定进刀位置及进刀方向。

☑ 线性：这种进刀方式通过用户指定角度值和距离值，来确定进刀位置及进刀方向。

☑ 线性 - 相对于切削：这种进刀方式通过用户指定距离值和角度值，来确定进刀方向及刀具的起始点。

☑ 点：这种进刀方式需要指定进刀的起始点来控制进刀运动。

- 毛坯：走刀方式为“直线方式”，走刀的方向平行于轴线，进刀的终止点在毛坯表面。进刀类型包括线性-自动、线性-增量、线性、点和两个圆周五种方式。
- 部件：走刀方式为平行于轴线的直线走刀，进刀的终止点在工件的表面。进刀类型包括线性-自动、线性-增量、线性、点和两点相切五种方式。
- 安全的：走刀方式为平行于轴线的直线走刀，一般情况下用于精加工，防止进刀时刀具划伤工件的加工区域。进刀类型包括线性-自动、线性-增量、线性和点四种方式。

Task6．生成刀路轨迹

Step1. 单击“粗车 OD”对话框中的“生成”按钮，生成刀路轨迹如图 7.2.23 所示。

Step2. 在图形区通过旋转、平移、放大视图，再单击“回放”按钮重新显示路径，

可以从不同角度对刀路轨迹进行查看，以判断其路径是否合理。

Task7．3D 动态仿真

Step1．在“粗车 OD”对话框中单击“确认”按钮，弹出“刀轨可视化”对话框。

Step2．在“刀轨可视化”对话框中单击 3D 动态 选项卡，采用系统默认参数设置，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可观察到 3D 动态仿真加工，加工后结果如图 7.2.24 所示。

Step3．分别在“刀轨可视化”对话框和“粗车 OD”对话框中单击 确定 按钮，完成粗车加工。

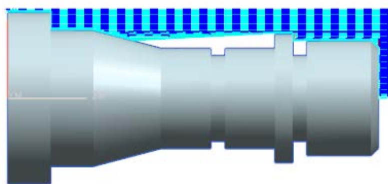


图 7.2.23 刀路轨迹

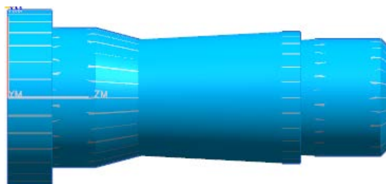


图 7.2.24 3D 仿真结果

Task8．创建 2 号刀具

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出“创建刀具”对话框。

Step2．在图 7.2.25 所示的“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 turning 选项，在 刀具子类型 区域中单击“OD_55_R”按钮，在 位置 区域的 刀具 下拉列表中选择 GENERIC_MACHINE 选项，采用系统默认的名称，单击 确定 按钮，系统弹出“车刀-标准”对话框。

Step3．在“车刀-标准”对话框中设置图 7.2.26 所示的参数，并单击 夹持器 选项卡，选中 ☑ 使用车刀夹持器 复选框，其他采用系统默认参数设置，单击 确定 按钮，完成 2 号刀具的创建。



图 7.2.25 “创建刀具”对话框

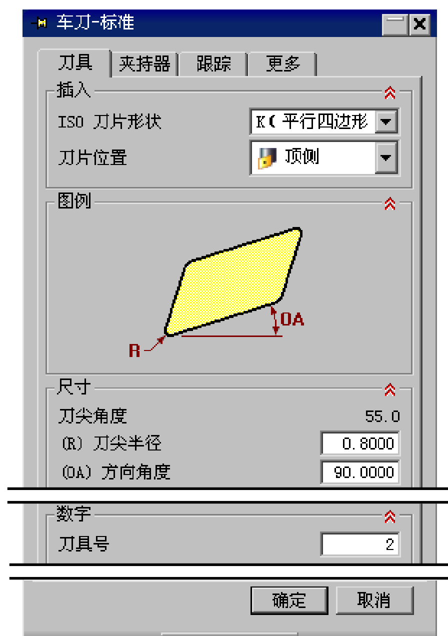


图 7.2.26 “车刀-标准”对话框

Task9．创建车削操作 2

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．在图 7.2.27 所示的“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 turning 选项，在 操作子类型 区域中单击“ROUGH_BACK_TURN”按钮，在 程序 下拉列表中选择 PROGRAM 选项，在 刀具 下拉列表中选择 OD_55_R (Turning Tool-Standard) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 TURNING_WORKPIECE 选项，在 方法 下拉列表中选择 LATHE_ROUGH 选项，名称采用系统默认的名称。

Step3．单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出图 7.2.28 所示的“退刀粗车”对话框。

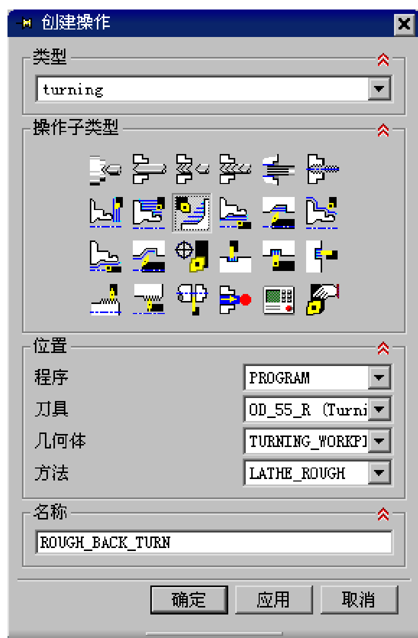


图 7.2.27 “创建操作”对话框

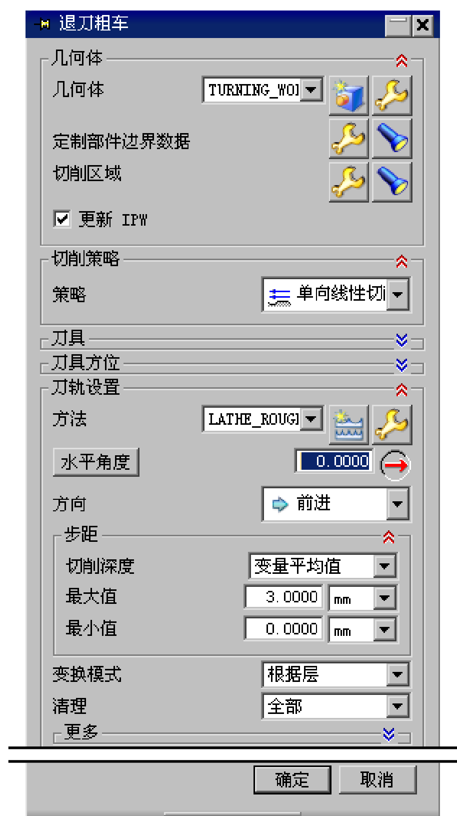


图 7.2.28 “退刀粗车”对话框

Stage2．指定切削区域

Step1．单击“退刀粗车”对话框 切削区域 右侧的“编辑”按钮，系统弹出图 7.2.29 所示的“切削区域”对话框。

Step2．在“切削区域”对话框 径向修剪平面 1 区域的 限制选项 下拉列表中选择 点 选项，在图形区中选取图 7.2.30 所示的端点，单击“显示”按钮，显示出切削区域如图 7.2.30 所示。

Step3. 单击 确定 按钮，系统返回到“退刀粗车”对话框。



图 7.2.29 “切削区域”对话框

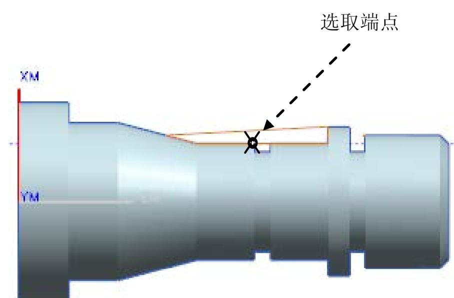


图 7.2.30 显示切削区域

Stage3. 设置切削参数

在“退刀粗车”对话框 步距 区域的 切削深度 下拉列表中选择 恒定 选项，在 深度 文本框中输入值 3.0。单击 更多 区域，选中 附加轮廓加工 复选框。

Task10. 生成刀路轨迹

Step1. 单击“退刀粗车”对话框中的“生成”按钮，生成刀路轨迹如图 7.2.31 所示。

Step2. 在图形区通过旋转、平移、放大视图，再单击“回放”按钮重新显示路径，可以从不同角度对刀路轨迹进行查看，以判断其路径是否合理。

Task11. 3D 动态仿真

Step1. 在“退刀粗车”对话框中单击“确认”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框。

Step2. 在“刀轨可视化”对话框中单击 3D 动态 选项卡，采用系统默认设置，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可观察到 3D 动态仿真加工，加工后结果如图 7.2.32 所示。

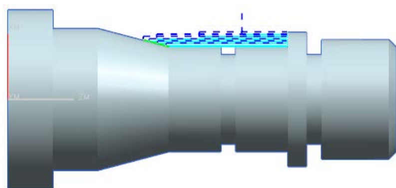


图 7.2.31 刀路轨迹

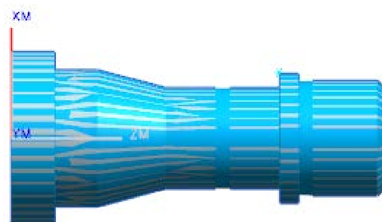


图 7.2.32 3D 仿真结果

Step3. 分别在“刀轨可视化”对话框和“退刀粗车”对话框中单击 确定 按钮，完成粗车加工。

Task12. 保存文件

选择下拉菜单 文件(F) ➡ 保存(S) 命令，保存文件。

7.3　沟槽车削加工

沟槽车削加工可以用于切削内径、外径沟槽，在实际中多用于退刀槽的加工。在车沟槽的时候一般要求刀具轴线和回转体零件轴线要相互垂直，这是由车沟槽的刀具决定的。下面以图 7.3.1 所示的零件介绍沟槽车削加工的一般步骤。

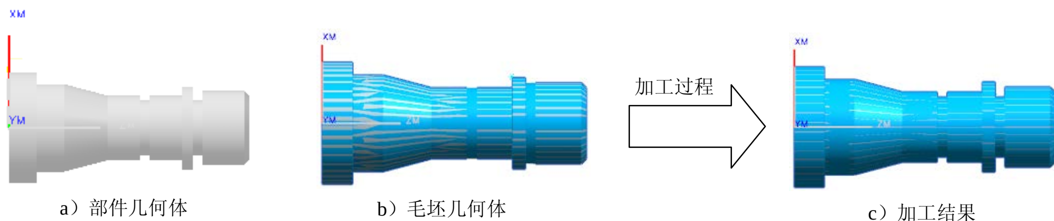


图 7.3.1　沟槽车削加工

Task1. 打开模型文件并进入加工模块

打开文件 D:\ugnx7.9\work\ch07\ch07.03\rough_turning.prt，系统进入加工环境。

Task2. 创建刀具

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) ➡ 刀具(T)... 命令，系统弹出“创建刀具”对话框。

Step2. 在图 7.3.2 所示的“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 turning 选项，在 刀具子类型 区域中单击“OD_GROOVE_L”按钮，在 名称 文本框中输入 OD_GROOVE_L，单击 确定 按钮，系统弹出“槽刀-标准”对话框。

Step3. 在“槽刀-标准”对话框 刀片形状 下拉列表中选择 标准 选项，其他参数采用默认设置。

Step4. 单击“槽刀-标准”对话框中的 夹持器 选项卡，选中 ☑ 使用车刀夹持器 复选框，设置图 7.3.3 所示的参数。

Step5. 单击“槽刀-标准”对话框中的 确定 按钮，完成刀具的创建。



图 7.3.2　“创建刀具”对话框

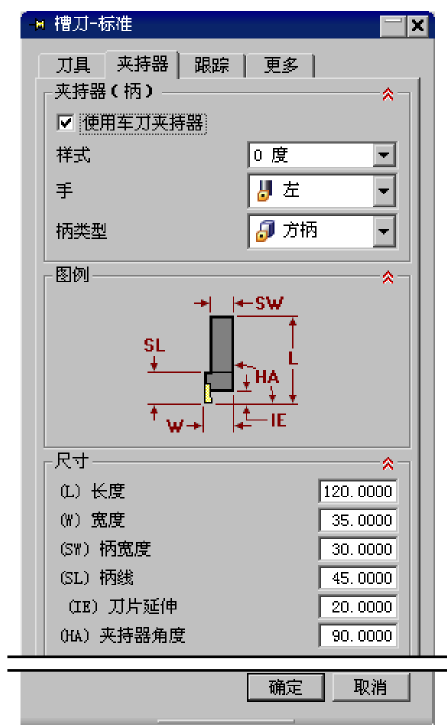


图 7.3.3　“夹持器”选项卡

Task3．创建操作

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．在图 7.3.4 所示的“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 turning 选项，在 操作子类型 区域中单击“GROOVE_OD”按钮，在 程序 下拉列表中选择 PROGRAM 选项，在 几何体 下拉列表中选择 TURNING_WORKPIECE 选项，在 刀具 下拉列表中选择 OD_GROOVE_L (Grooving Tool-Standard) 选项，在 方法 下拉列表中选择 LATHE_GROOVE 选项，在 名称 文本框中输入 GROOVE_OD。

Step3．单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出“在外径开槽”对话框，在 切削策略 区域 策略 下拉列表中选择切削类型为 单向插削，如图 7.3.5 所示。

Stage2．指定切削区域

Step1．单击“在外径开槽”对话框 切削区域 右侧的“编辑”按钮，系统弹出“切削区域”对话框。

Step2．在图 7.3.6 所示的“切削区域”对话框 区域选择 区域中的 区域选择 下拉列表中选择 指定 选项，在 区域加工 的下拉列表中选择 多个 选项，在 区域序列 的下拉列表中选择 单向 选项，

单击“指定点 (0)”区域，然后在图形区选取图 7.3.7 所示的 RSP 点（鼠标点击位置大致相近即可）。

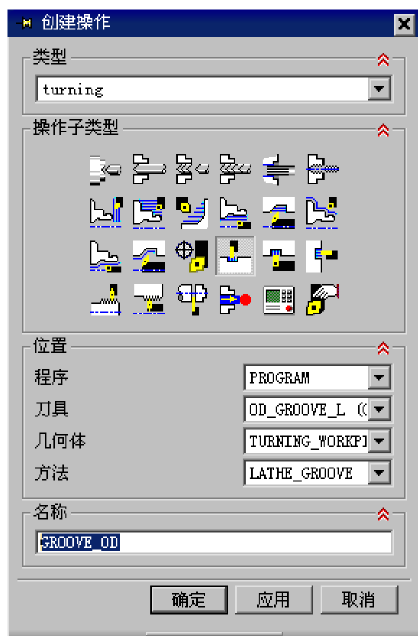


图 7.3.4　“创建操作”对话框



图 7.3.5　“在外径开槽”对话框



图 7.3.6　“切削区域”对话框

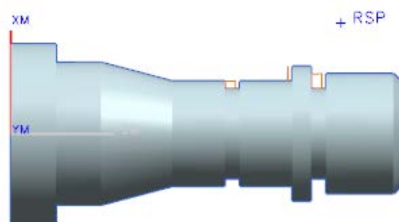


图 7.3.7　RSP 点和切削区域

Step3. 在“切削区域”对话框自动检测区域中的最小面积文本框中输入值 1.0。

Step4. 单击“切削区域”对话框中的按钮，可以观察到图 7.3.7 所示的切削区域，完成切削区域的定义，单击确定按钮，系统返回到“在外径开槽”对话框。

Stage3. 设置切削参数

Step1. 单击“在外径开槽”对话框中的“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中选择轮廓加工选项卡，选中☑附加轮廓加工复选框，其他参数采用默认设置，如图 7.3.8 所示，单击确定按钮回到“在外径开槽”对话框。

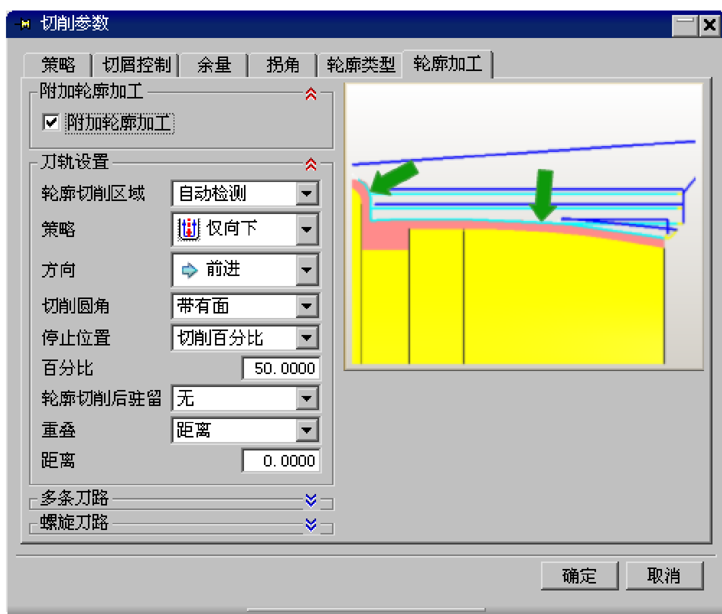


图 7.3.8 “轮廓加工”选项卡

Stage4. 设置非切削参数

单击“在外径开槽”对话框中的“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。然后在进刀选项卡轮廓加工区域的进刀类型下拉列表中选择线性 - 自动选项，其他参数采用系统默认设置，然后单击确定按钮，返回到“在外径开槽”对话框。

Task4. 生成刀路轨迹

Step1. 单击“在外径开槽”对话框中的“生成”按钮，刀路轨迹如图 7.3.9 所示。

Step2. 在图形区通过旋转、平移、放大视图，再单击“回放”按钮重新显示路径，可以从不同角度对刀路轨迹进行查看，以判断其路径是否合理。

Task5．3D 动态仿真

Step1. 在“在外径开槽”对话框中单击“确认”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框。

Step2. 在“刀轨可视化”对话框中单击 3D 动态 选项卡，采用系统默认设置，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可观察到 3D 动态仿真加工，加工后结果如图 7.3.10 所示。

Step3. 分别在“刀轨可视化”对话框和“在外径开槽”对话框中单击 确定 按钮，完成车槽操作。

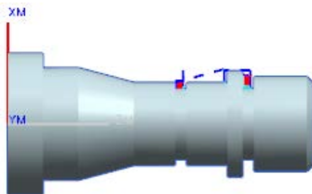


图 7.3.9　刀路轨迹

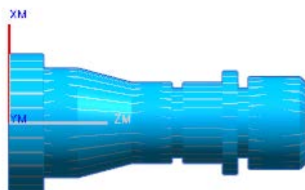


图 7.3.10　3D 仿真结果

Task6．保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

7.4　内孔车削加工

内孔车削加工一般用于车削回转体内径，加工时使刀具中心线和回转体零件的中心线相互平行的方式来切削工件的内侧，这样还可以有效地避免在内部的曲面中生成残余波峰。如果是车削的内部端面，一般采用的方式是让刀具轴线和回转体零件的中心平行，而运动方式采用垂直于零件中心线的方式。下面以图 7.4.1 所示的零件介绍内孔车削加工的一般步骤。

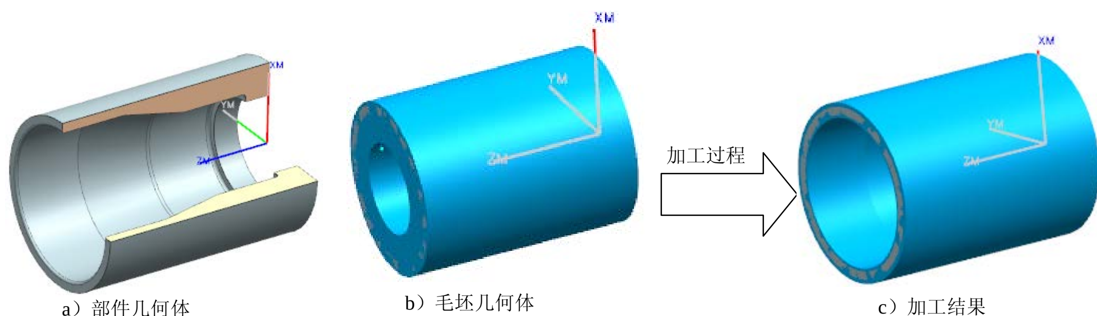


图 7.4.1　内孔车削加工

Task1．打开模型文件并进入加工模块

Step1. 打开文件 D:\ugnx7.9\work\ch07\ch07.04\ borehole.prt。

Step2. 选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，系统弹出“加工环境”对话框，在“加工环境”对话框 要创建的 CAM 设置 列表中选择 turning 选项，单击 确定 按钮，进入加工

环境。

Task2．创建几何体

Stage1．创建机床坐标系

Step1．在操作导航器中调整到几何视图状态，双击节点 MCS_SPINDLE，系统弹出“Turn Orient”对话框，如图 7.4.2 所示。

Step2．在图形区观察机床坐标系方位无需调整，在“Turn Orient”对话框中单击 确定 按钮，完成坐标系的创建，如图 7.4.3 所示。



图 7.4.2 “Turn Orient”对话框

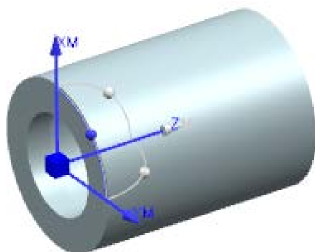


图 7.4.3 定义机床坐标系

Stage2．创建部件几何体

Step1．在操作导航器中双击 MCS_SPINDLE 节点下的 WORKPIECE，系统弹出图 7.4.4 所示的“工件”对话框。

Step2．单击“工件”对话框中的按钮，在系统弹出的“部件几何体”对话框中选择 几何体 单选项，单击 全选 按钮，系统自动选取整个零件为部件几何体。

Step3．分别单击“部件几何体”对话框和“工件”对话框中的 确定 按钮，完成部件几何体的创建。

Stage3．创建毛坯几何体

Step1．在操作导航器的几何视图中双击 WORKPIECE 节点下的子节点 TURNING_WORKPIECE，系统弹出图 7.4.5 所示的“Turn Bnd”对话框。

Step2．单击“Turn Bnd”对话框中的“指定部件边界”按钮，系统弹出图 7.4.6 所示的“部件边界”对话框，系统会自动指定部件边界，如图 7.4.7 所示，单击 确定 按钮完成部件边界的定义。



图 7.4.4　“工件”对话框

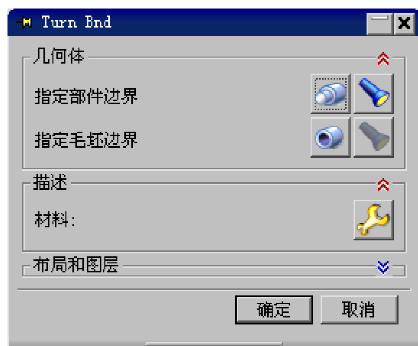


图 7.4.5　“Turn Bnd”对话框

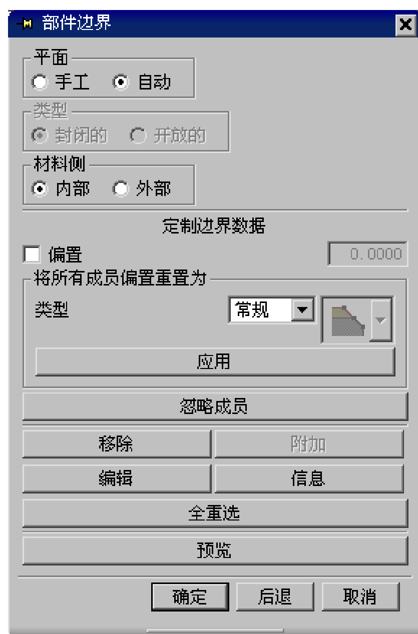


图 7.4.6　“部件边界”对话框

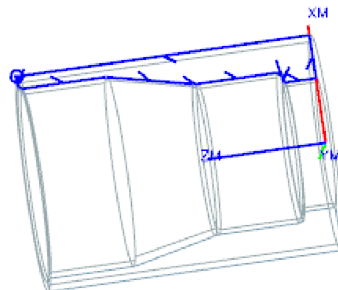


图 7.4.7　部件边界

Step3. 单击“Turn Bnd”对话框中的“指定毛坯边界”按钮，系统弹出“选择毛坯”对话框，如图 7.4.8 所示。

Step4. 单击“选择毛坯”对话框中的 选择 按钮，系统弹出“点”对话框，在图形区中选取图 7.4.9 所示的圆心点，单击“点”对话框中的 确定 按钮，返回“选择毛坯”对话框。

Step5. 在“选择毛坯”对话框中选择“管材”按钮，在 点位置 区域选择 ⊙ 离开主轴箱 单选项，然后在 长度 文本框中输入值 135.0，在 外径 文本框中输入值 105.0，在 内径 文本框中输入值 55.0，单击 确定 按钮，返回“Turn Bnd”对话框，同时在图形区中显示毛坯边界，如图 7.4.10 所示。



图 7.4.8　“选择毛坯”对话框

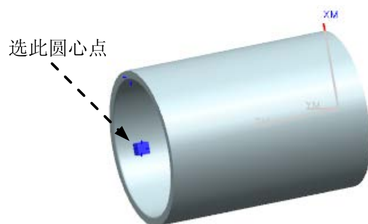


图 7.4.9　选取圆心点

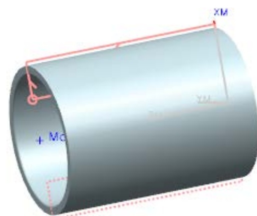


图 7.4.10　毛坯边界

Step6. 单击“Turn Bnd”对话框中的 确定 按钮，完成毛坯几何体的定义。

Task3. 创建刀具

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出“创建刀具”对话框。

Step2. 在“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 turning 选项，在 刀具子类型 区域中单击“ID_55_L”按钮，在 位置 区域的 刀具 下拉列表中选择 GENERIC_MACHINE 选项，接受系统默认的名称，单击 确定 按钮，系统弹出“车刀-标准”对话框。

Step3. 在“车刀-标准”对话框中设置图 7.4.11 所示的参数。

Step4. 单击“车刀-标准”对话框中的 夹持器 选项卡，选中 ☑ 使用车刀夹持器 复选框，设置图 7.4.12 所示的参数。

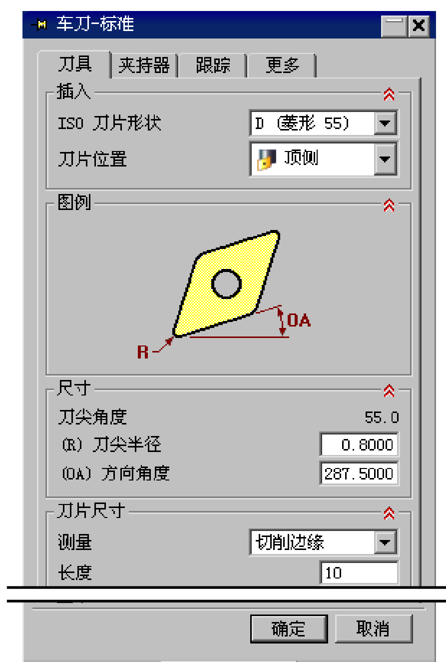


图 7.4.11　“车刀-标准”对话框

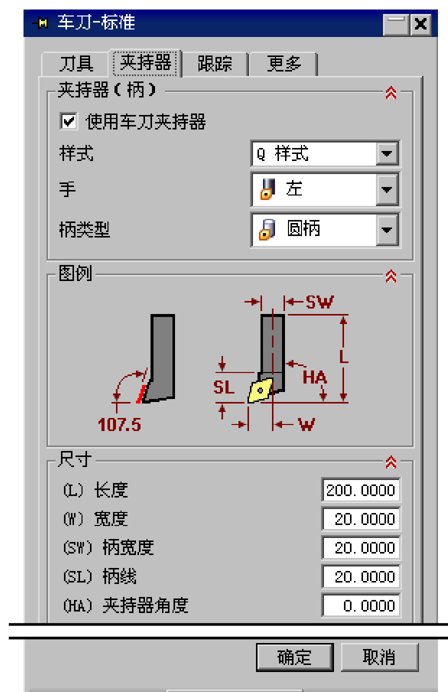


图 7.4.12　“夹持器”选项卡

Step5. 单击“车刀-标准”对话框中的 确定 按钮，完成刀具的创建。

Task4. 创建内孔车削操作

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(O)▸ 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 turning 选项，在 操作子类型 区域中单击“ROUGH_BORE_ID”按钮，在 程序 下拉列表中选择 PROGRAM 选项，在 刀具 下拉列表中选择 ID_55_L (Turning Tool-Standard) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 TURNING_WORKPIECE 选项，在 方法 下拉列表中选择 LATHE_ROUGH 选项，如图 7.4.13 所示。

Step3. 单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出“粗镗 ID”对话框，然后在 切削策略 区域 策略 的下拉列表中选择 单向线性切削 选项，如图 7.4.14 所示。

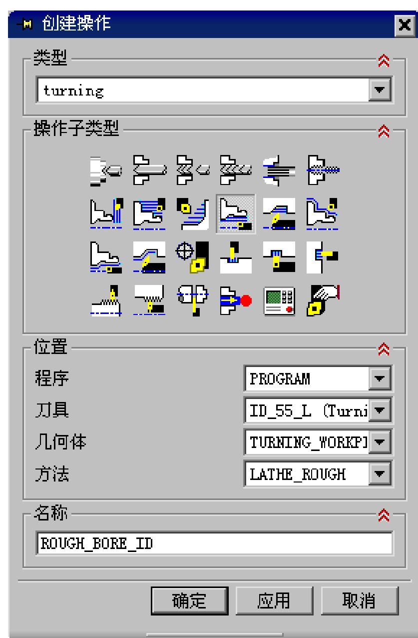


图 7.4.13　“创建操作”对话框

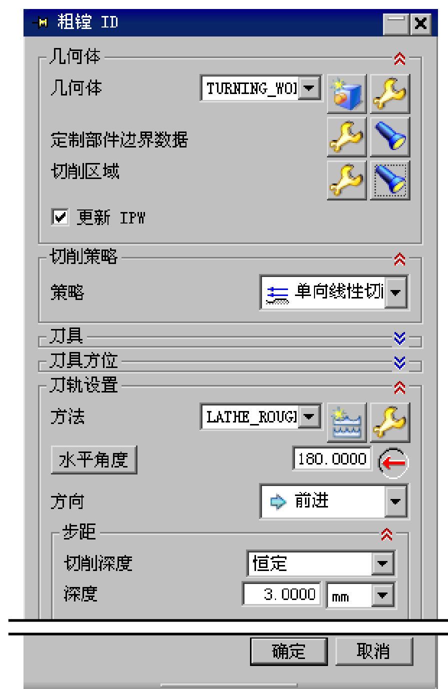


图 7.4.14　“粗镗 ID”对话框

Stage2. 显示切削区域

单击“粗镗 ID”对话框 切削区域 右侧的“显示”按钮，在图形区中显示出切削区域如图 7.4.15 所示。

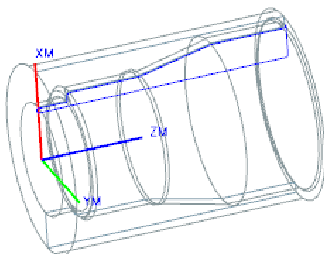


图 7.4.15　显示切削区域

Stage3．设置切削参数

Step1．在“粗镗 ID”对话框步距区域的切削深度下拉列表中选择恒定选项，在深度文本框中输入值 1.5。

Step2．单击“粗镗 ID”对话框中的更多区域，打开隐藏选项，选中☑附加轮廓加工复选框。

Stage4．设置非切削移动参数

Step1．单击“粗镗 ID”对话框中的“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2．在“非切削移动”对话框中选择逼近选项卡，然后在出发点区域点选项下拉列表中选择指定选项，在模型上选取图 7.4.16 所示的出发点。

Step3．在“非切削移动”对话框中选择离开选项卡，在离开刀轨区域刀轨选项下拉列表中选择点选项，采用系统默认参数设置，在图形区选取图 7.4.16 所示的离开点。

Step4．单击确定按钮，完成非切削移动参数的设置。

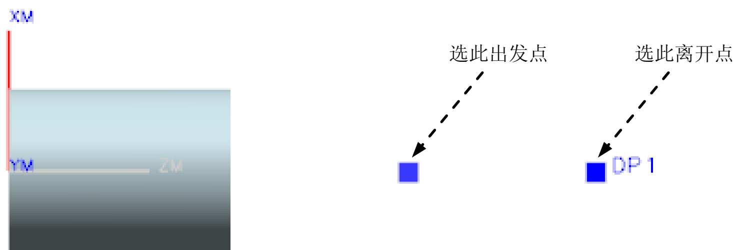


图 7.4.16 选取出发点和离开点

Task5．生成刀路轨迹

Step1．单击“粗镗 ID”对话框中的“生成”按钮，生成的刀路轨迹如图 7.4.17 所示。

Step2．在图形区通过旋转、平移、放大视图，再单击“回放”按钮重新显示路径，可以从不同角度对刀路轨迹进行查看，以判断其路径是否合理。

Task6．3D 动态仿真

Step1．单击“粗镗 ID”对话框中的“确认”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框。

Step2．单击“刀轨可视化”对话框中的3D 动态选项卡，采用系统默认参数设置，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可观察到 3D 动态仿真加工，加工后结果如图 7.4.18 所示。

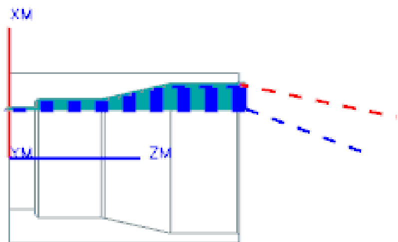


图 7.4.17 刀路轨迹

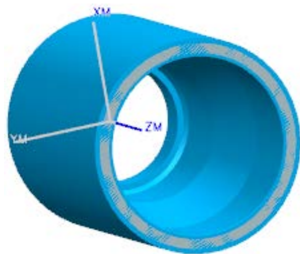


图 7.4.18 3D 仿真结果

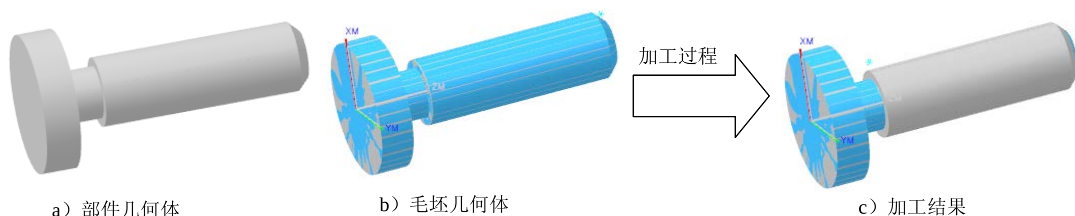
Step3. 在“刀轨可视化”对话框和“粗镗 ID”对话框中单击 确定 按钮，完成内孔车削加工。

Task7．保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

7.5　螺纹车削加工

螺纹操作允许进行直螺纹或锥螺纹切削。它们可能是单个或多个内部、外部或面螺纹。在车削螺纹时必须指定“螺距”、“前倾角”或“每英寸螺纹”，并选择顶线和根线（或深度）以生成螺纹刀轨。在 UG 车螺纹加工中，不仅可以车削外螺纹还可以车削内螺纹。下面以图 7.5.1 所示的零件介绍外螺纹车削加工的一般步骤。



a）部件几何体　b）毛坯几何体　c）加工结果

图 7.5.1　外螺纹车削加工

Task1．打开模型文件

打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch07\ch07.05\thread.prt，系统自动进入加工模块。

说明：本节模型中已经创建了粗车外形和车槽操作，因此沿用前面设置的工件坐标系等几何体。

Task2．创建刀具

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出“创建刀具”对话框。

Step2. 在图 7.5.2 所示的“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 turning 选项，在 刀具子类型 区域中单击“OD_THREAD_L”按钮，单击 确定 按钮，系统弹出“螺纹刀-标准”对话框。

Step3. 在“螺纹刀-标准”对话框中设置图 7.5.3 所示的参数，单击 确定 按钮，完成刀具的创建。

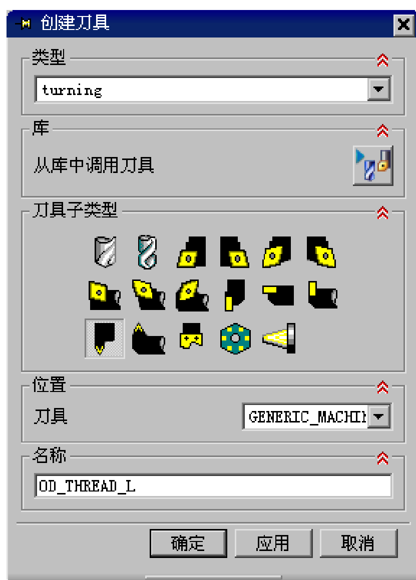


图 7.5.2 “创建刀具“对话框

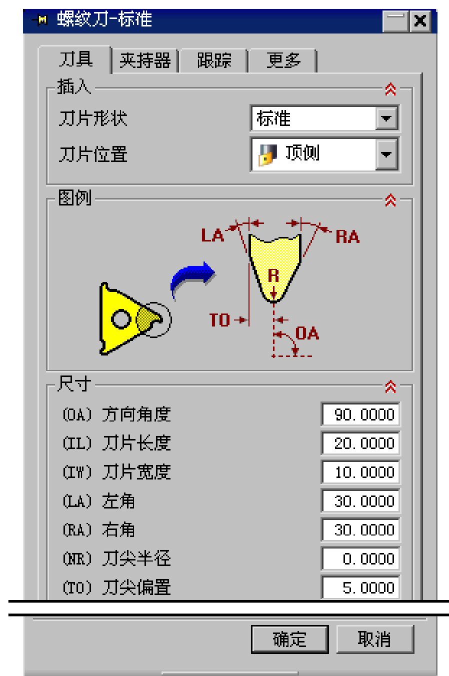


图 7.5.3 “螺纹刀-标准”对话框

Task3. 创建车削螺纹操作

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) ➡ 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 在图 7.5.4 所示的“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 turning 选项，在 操作子类型 区域中单击“THREAD_OD”按钮，在 程序 下拉列表中选择 PROGRAM 选项，在 几何体 下拉列表中选择 TURNING_WORKPIECE 选项，在 刀具 下拉列表中选择 OD_THREAD_L (Threading Tool-Standard) 选项，在 方法 下拉列表中选择 LATHE_THREAD 选项。

Step3. 单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出“螺纹 OD”对话框，如图 7.5.5 所示。

图 7.5.5 所示的“螺纹 OD”对话框中部分选项说明如下：

- * Select Crest Line (0)：即选择顶线，用来在图形区选取螺纹顶线，注意靠近选择的一端将作为切削起点，另一端则为切削终点。
- * Select End Line (0)：当所选项线部分不是全螺纹时，此选项用来选择螺纹的终止线。
- 深度选项：用来控制螺纹深度的方法。包含 根线、深度和角度 两种方式。当选择 根线 方式时，需要通过下面的 * 选择根线 (0) 选项来选择螺纹的根线；当选择 深度和角度 方式时，其下面出现 深度、螺旋角 文本框，输入相应数值即可指定螺纹深度。
- 切削深度：指定达到粗加工螺纹深度的方法，包括下面三个选项。

☑ 恒定：可以指定的数值进行每个深度的切削。

☑ 单个的：可以指定增量组和每组的重复次数。

☑ % 剩余：可以指定每个刀路占剩余切削总深度的比例。

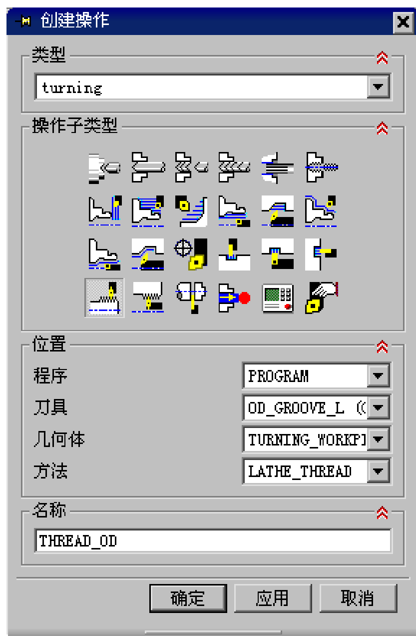


图 7.5.4　“创建操作”对话框



图 7.5.5　“螺纹 OD”对话框

Stage2．定义螺纹几何体

Step1．选取螺纹起始线。单击“螺纹 OD”对话框的 * Select Crest Line (0) 区域，在模型上选取图 7.5.6 所示的边线。

Step2．选取根线。在深度选项下拉列表中选择根线选项，选取图 7.5.7 所示的边线。

Stage3．设置螺纹参数

Step1．单击偏置区域使其显示出来，然后设置图 7.5.8 所示的参数。

图 7.5.8 所示的“螺纹 OD”对话框中部分选项说明如下：

- 起始偏置：用来控制车刀切入螺纹前的距离，一般为 1 倍以上的螺距。
- 终止偏置：用来控制车刀切出螺纹后的距离，应根据实际退刀槽等确定。
- 顶线偏置：用来偏置前面选定的螺纹顶线。
- 根偏置：用来偏置前面选定的螺纹根线。

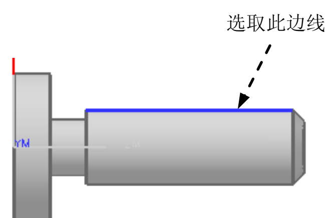


图 7.5.6 定义顶线

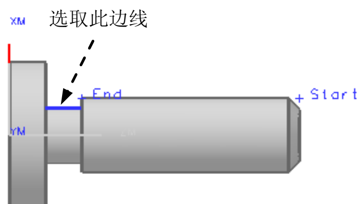


图 7.5.7 定义根线

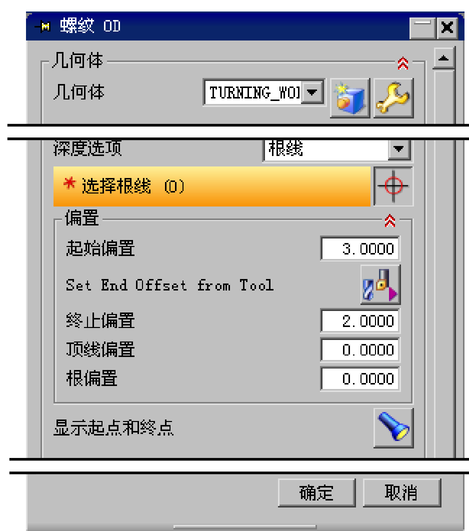


图 7.5.8 “螺纹 OD”对话框

Step2. 设置刀轨参数。在切削深度下拉列表中选择恒定选项，在深度文本框中输入值 1.0，在螺纹头数文本框中输入值 1。

Step3. 设置切削参数。单击“螺纹 OD”对话框中的“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框，选择螺距选项卡，然后在距离文本框中输入值 2.5，然后单击确定按钮。

Task4. 生成刀路轨迹

Step1. 单击“螺纹 OD”对话框中的“生成”按钮，系统生成的刀路轨迹如图 7.5.9 所示。

Step2. 在图形区通过旋转、平移、放大视图，再单击“回放”按钮重新显示路径，可以从不同角度对刀路轨迹进行查看，以判断其路径是否合理。

Task5. 3D 动态仿真

Step1. 单击“螺纹 OD”对话框中的“确认”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框。

Step2. 在“刀轨可视化”对话框中单击3D 动态选项卡，采用系统默认参数设置，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可观察到 3D 动态仿真加工，加工后结果如图 7.5.10 所示。

Step3. 在“刀轨可视化”对话和“螺纹 OD”对话框中单击确定按钮，完成粗车加工。

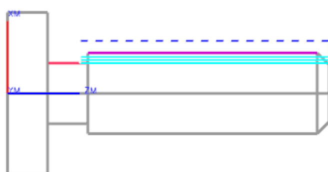


图 7.5.9 刀路轨迹

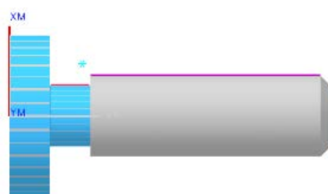


图 7.5.10 3D 仿真结果

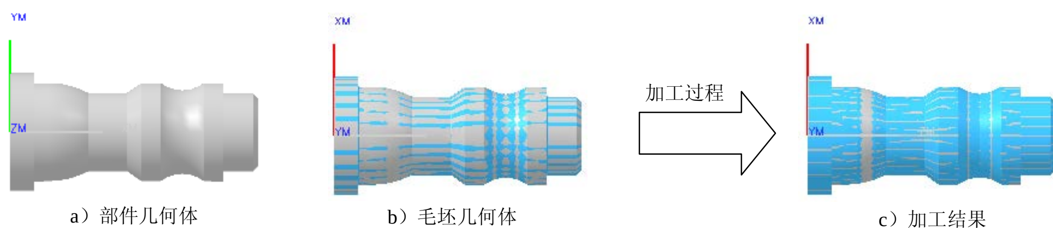
说明：在车削螺纹加工的工程中，通过选择螺纹几何体，来设置螺纹加工，一般通过选择顶线定义加工螺纹长度，加工仿真后也看不到真实螺纹的形状。

Task6．保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

7.6　教 学 模 式

车削教学模式是在“车削”工作中控制执行精细加工的一种方法。创建此操作时，用户可以通过定义快速定位移动、进给定位移动、进刀/退刀设置以及连续刀路切削移动来建立刀轨，也可以在任意位置添加一些子操作。在定义连续刀路切削移动时，可以控制边界截面上的刀具，指定起始和结束位置，以及定义每个连续切削的方向。下面以图 7.6.1 所示的零件介绍车削教学模式加工的一般步骤。



a）部件几何体　　b）毛坯几何体　　c）加工结果

图 7.6.1　教学模式

Task1．打开模型文件并进入加工模块

打开文件 D:\ugnx7.9\work\ch07\ch07.06\teach_mold.prt，系统自动进入加工环境。

Task2．创建刀具

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出“创建刀具”对话框。

Step2．在图 7.6.2 所示的“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 turning 选项，在 刀具子类型 区域中单击“OD_55_L”按钮，在 名称 文本框中输入 OD_35_L_02，单击 确定 按钮，系统弹出“车刀-标准”对话框。

Step3．在“车刀-标准”对话框中设置图 7.6.3 所示的参数。

Step4．单击“车刀-标准”对话框中的 夹持器 选项卡，选中 ☑ 使用车刀夹持器 复选框，其他采用系统默认的参数设置。

Step5．单击“车刀-标准”对话框中的 确定 按钮，完成刀具的创建。



图 7.6.2 “创建刀具”对话框



图 7.6.3 “车刀-标准”对话框

Task3．创建教学模式操作

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．在图 7.6.4 所示的“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 turning 选项，在 操作子类型 区域中单击“TEACH_ MODE”按钮，在 程序 下拉列表中选择 PROGRAM 选项，在 刀具 下拉列表中选择 OD_35_L_02 (Turning Tool-Standard) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 TURNING_WORKPIECE 选项，在 方法 下拉列表中选择 LATHE_FINISH 选项，在 名称 文本框中输入 TEACH_MODE。

Step3．单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出图 7.6.5 所示的“TEACH_ MODE”对话框。

Step4．单击“TEACH_MODE”对话框中的“线性快速”按钮，系统弹出图 7.6.6 所示的“快速运动”对话框，在 端点 选项组中选择 ⊙ 点 单选项，单击 选择 按钮，系统弹出“点”对话框。

Step5．在“点”对话框 XC 文本框中输入值 150.0，在 YC 文本框中输入值 40.0，在 ZC 文本框中输入值 0.0。分别单击“点”对话框和“快速运动”对话框中的 确定 按钮，返回到“TEACH_ MODE”对话框，同时在图形区中显示图 7.6.7 所示的“EP”点。

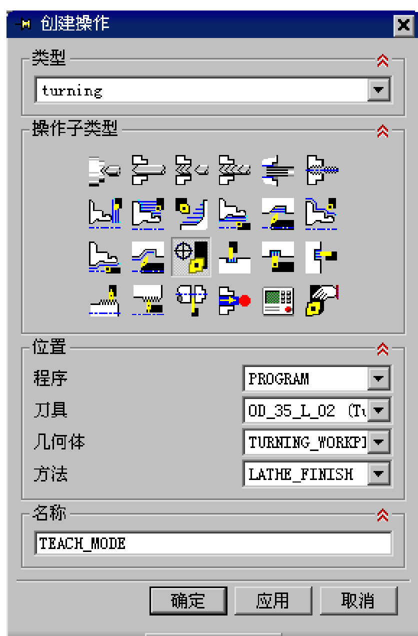


图 7.6.4　“创建操作”对话框



图 7.6.5　“TEACH_MODE”对话框



图 7.6.6　“快速运动”对话框

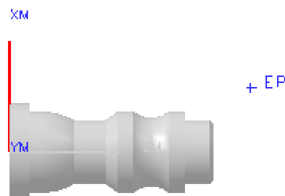


图 7.6.7　“EP”点

Stage2．设置进刀/退刀参数

Step1．单击“TEACH_MODE”对话框中的“进刀设置”按钮，系统弹出图 7.6.8 所示的“进刀设置”对话框，采用系统默认参数设置，单击 确定 按钮，返回到“TEACH_MODE”对话框；此时“TEACH_ MODE”对话框变为图 7.6.9 所示。

Step2．单击“TEACH_ MODE”对话框中的“退刀设置”按钮，系统弹出图 7.6.10 所示的“退刀设置”对话框，单击“点”按钮，然后单击 选择 按钮，系统弹出“点”对话框。

Step3．在“点”对话框中的 XC 文本框中输入值 150.0，在 YC 文本框中输入值 40.0，在 ZC

文本框中输入值 0.0。分别单击“点”话框和“退刀设置”对话框中的确定按钮，系统返回到“TEACH_MODE”对话框。



图 7.6.8　“进刀设置”对话框

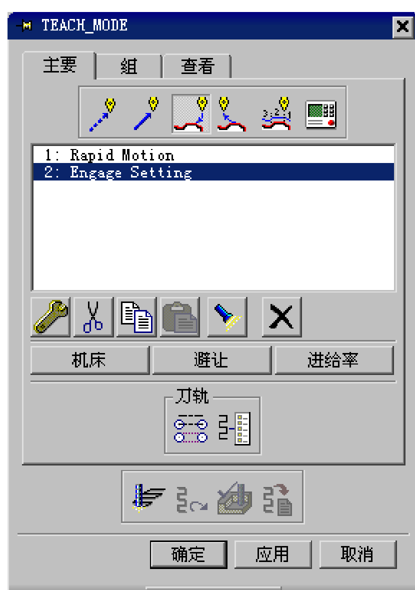


图 7.6.9　“TEACH_MODE”对话框

Stage3. 指定切削区域

Step1. 单击“TEACH_ MODE”对话框中的“跟随曲线运动”按钮，系统弹出图 7.6.11 所示的“沿着曲线”对话框。



图 7.6.10　“退刀设置”对话框

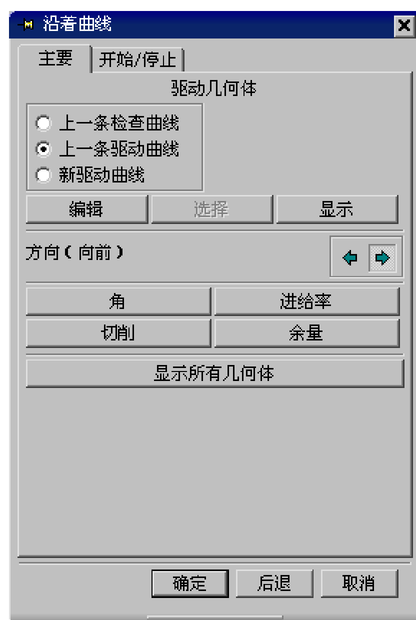


图 7.6.11　“沿着曲线”对话框

Step2. 在“沿着曲线”对话框中选择 新驱动曲线 单选项，然后单击 选择 按钮，系统弹出图 7.6.12 所示的“选择驱动几何体”对话框，选取图 7.6.13 所示的轮廓曲线，单击 确定 按钮返回到“沿着曲线”对话框。

Step3. 单击“沿着曲线”对话框中的 角 按钮，系统弹出“拐角控制”对话框，设置参数如图 7.6.14 所示，单击 确定 按钮返回到“沿着曲线”对话框。

Step4. 单击“沿着曲线”对话框中的 切削 按钮，系统弹出“切削”对话框，在 内公差 文本框中输入值 0.01，在 外公差 文本框中输入值 0.01，其他采用默认参数设置，单击 确定 按钮返回到“沿着曲线”对话框，再单击 确定 按钮返回到“TEACH_MODE”对话框。

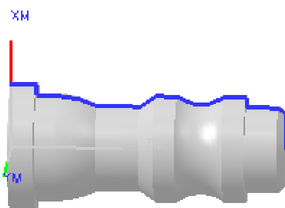


图 7.6.13　轮廓曲线

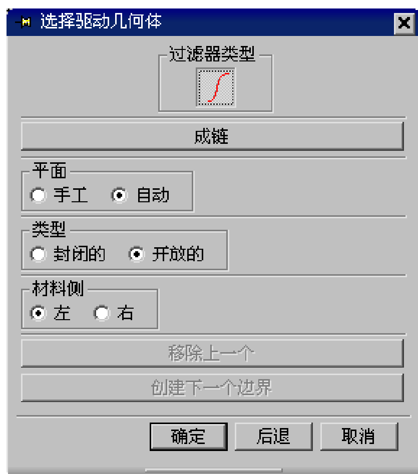


图 7.6.12　“选择驱动几何体”对话框

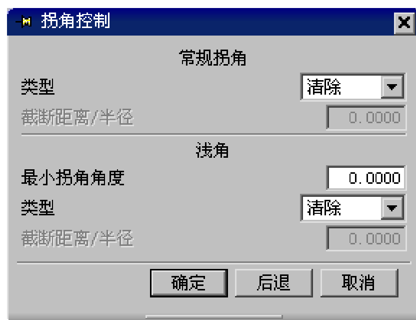


图 7.6.14　“拐角控制”对话框

Task4. 生成刀路轨迹

Step1. 在“TEACH_MODE”对话框中单击“生成”按钮，生成的刀路轨迹如图 7.6.15 所示。

Step2. 在图形区通过旋转、平移、放大视图，再单击“回放”按钮重新显示路径，可以从不同角度对刀路轨迹进行查看，以判断其路径是否合理。

Task5. 加工仿真

Step1. 在“TEACH_ MODE”对话框中单击“确认”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框。

Step2. 在“刀轨可视化”对话框中单击 3D 动态 选项卡，采用系统默认参数设置，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可观察到 3D 动态仿真加工，加工后结果如图 7.6.16 所示。

Step3. 分别在“刀轨可视化”对话框和“TEACH_ MODE”对话框中单击 确定 按钮，完成操作。

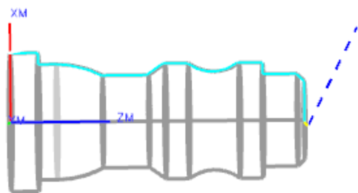


图 7.6.15 刀路轨迹

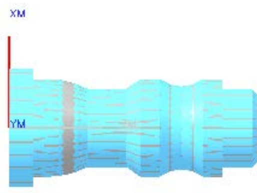


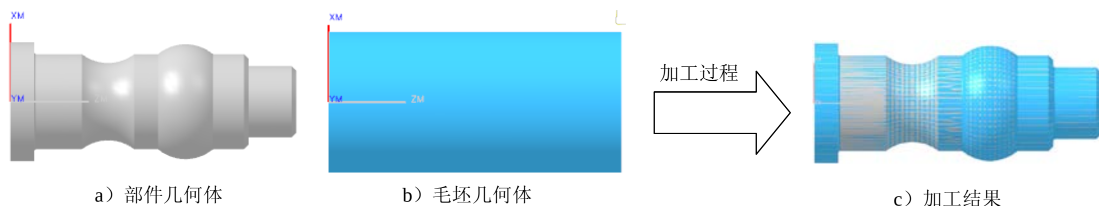
图 7.6.16 3D 仿真结果

Task6. 保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

7.7 车削加工综合范例

本范例讲述的是一个轴类零件的车削加工过程，其中包括车端面、粗车外形、精车外形等加工内容，在学完本节后，希望读者能够举一反三，灵活运用前面介绍的车削操作，熟练掌握 UG NX 中车削加工的各种方法。下面以图 7.7.1 所示的零件介绍车削加工的一般步骤。



a）部件几何体 b）毛坯几何体 c）加工结果

图 7.7.1 车削加工

Task1. 打开模型文件并进入加工模块

打开文件 D:\ugnx7.9\work\ch07\ch07.07\turning_finish.prt，系统自动进入加工环境。

说明：模型文件中已经创建了相关的几何体，创建几何体的具体操作步骤可参看前面示例。

Task2. 创建刀具 1

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出 “创建刀具”对话框。

Step2. 在“创建刀具”对话框类型下拉列表中选择turning选项，在刀具子类型区域中单击“OD_80_L”按钮，在名称文本框中输入 OD_80_L，单击确定按钮，系统弹出“车刀-标准”对话框。

Step3. 在“车刀-标准”对话框中设置图 7.7.2 所示的参数。

Step4. 单击“车刀-标准”对话框中的夹持器选项卡，选中☑使用车刀夹持器复选框，设置图 7.7.3 所示参数。

Step5. 单击“车刀-标准”对话框中的确定按钮，完成刀具的创建。

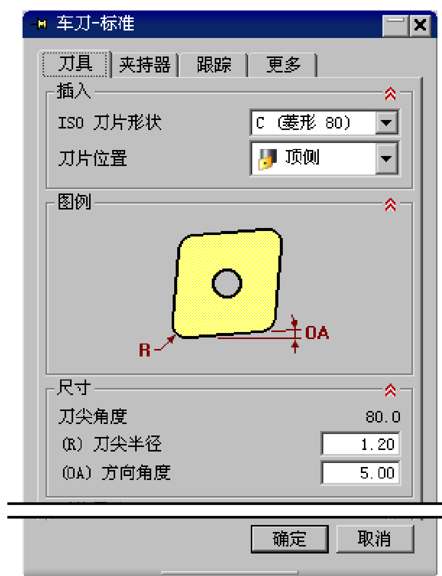


图 7.7.2　“车刀-标准”对话框（一）



图 7.7.3　“车刀-标准”对话框（二）

Task3. 创建刀具 2

Step1. 选择下拉菜单插入(S) → 刀具(T)...命令，系统弹出 “创建刀具”对话框。

Step2. 在“创建刀具”对话框类型下拉列表中选择turning选项，在刀具子类型区域中单击“OD_55_L”按钮，在名称文本框中输入 OD_35_L，单击确定按钮，系统弹出“车刀-标准”对话框。

Step3. 在“车刀-标准”对话框中设置图 7.7.4 所示的参数。

Step4. 单击“车刀-标准”对话框中的夹持器选项卡，选中☑使用车刀夹持器复选框，设置图 7.7.5 所示参数。

Step5. 单击“车刀-标准”对话框中的确定按钮，完成刀具的创建。

Task4. 创建车端面操作

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．在图 7.7.6 所示的“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 turning 选项，在 操作子类型 区域中单击“FACING”按钮，在 程序 下拉列表中选择 PROGRAM 选项，在 几何体 下拉列表中选择 TURNING_WORKPIECE 选项，在 刀具 下拉列表中选择 OD_80_L (Turning Tool-Standard) 选项，在 方法 下拉列表中选择 LATHE_FINISH 选项。

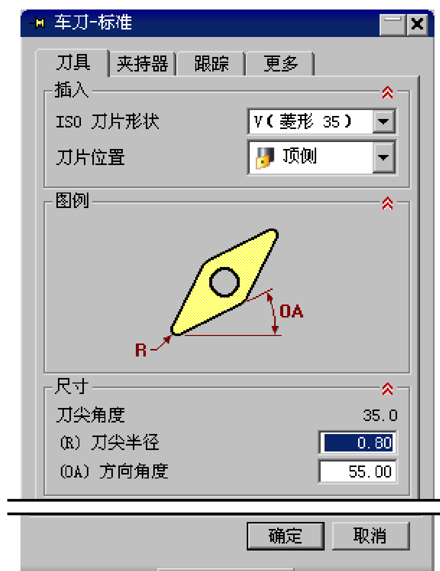


图 7.7.4 “车刀-标准”对话框（三）



图 7.7.5 “车刀-标准”对话框（四）

Step3．单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出“面加工”对话框。

Stage2．设置切削区域

Step1．单击“面加工”对话框 切削区域 右侧的“编辑”按钮，系统弹出“切削区域”对话框。

Step2．在“切削区域”对话框 轴向修剪平面 1 区域的 限制选项 下拉列表中选择 点 选项，在图形区中选取图 7.7.6 所示的端点，单击“显示”按钮，显示出切削区域如图 7.7.6 所示。

Step3．单击 确定 按钮，系统返回到“面加工”对话框。

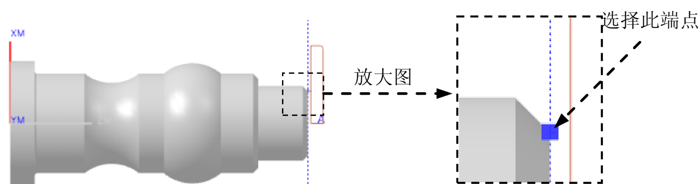


图 7.7.6 定义切削区域

Stage3．设置非切削移动参数

Step1．单击“面加工”对话框中的“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2．在“非切削移动”对话框中选择逼近选项卡，然后在出发点区域点选项下拉列表中选择指定选项，在模型上选取图 7.7.7 所示的出发点。

Step3．在“非切削移动”对话框中选择离开选项卡，在离开刀轨区域刀轨选项下拉列表中选择点选项，采用系统默认参数设置，在图形区选取图 7.7.7 所示的离开点。

Step4．单击确定按钮，完成非切削移动参数的设置。

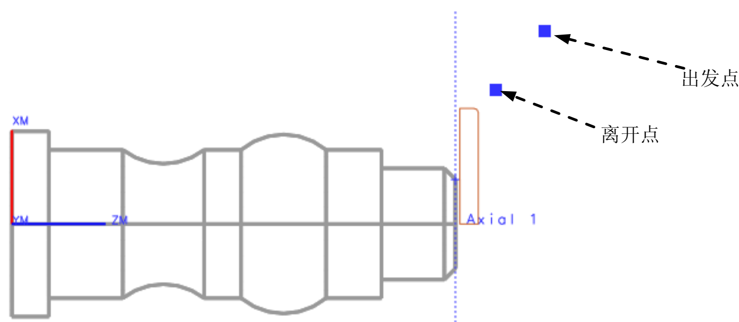


图 7.7.7　设置出发点和离开点

Stage4．生成刀路轨迹并 3D 仿真

Step1．单击“面加工”对话框中的“生成”按钮，生成刀路轨迹如图 7.7.8 所示。

Step2．单击“面加工”对话框中的“确认”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框。

Step3．在“刀轨可视化”对话框中单击3D 动态选项卡，采用系统默认参数设置，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可观察到 3D 动态仿真加工，加工后结果如图 7.7.9 所示。

Step4．分别在“刀轨可视化”对话框和“面加工”对话框中单击确定按钮，完成车端面加工。

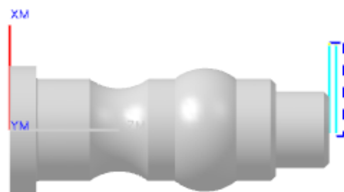


图 7.7.8　刀路轨迹

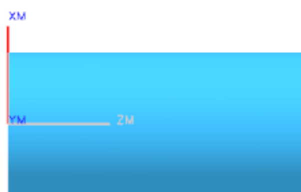


图 7.7.9　3D 仿真结果

Task5．创建外形粗车操作 1

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单插入(S) → 操作(E)...命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 在“创建操作”对话框类型下拉列表中选择turning选项，在操作子类型区域中单击“ROUGH_TURN_OD”按钮，在程序下拉列表中选择PROGRAM选项，在刀具下拉列表中选择OD_80_L (Turning Tool-Standard)选项，在几何体下拉列表中选择TURNING_WORKPIECE选项，在方法下拉列表中选择LATHE_ROUGH选项，名称采用系统默认的名称。

Step3. 单击“创建操作”对话框中的确定按钮，系统弹出“粗车 OD”对话框。

Stage2. 显示切削区域

单击“粗车 OD”对话框切削区域右侧的“显示”按钮，在图形区中显示出切削区域如图 7.7.10 所示。

Stage3. 设置非切削参数

Step1. 单击“粗车 OD”对话框中的“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2. 在“非切削移动”对话框中选择离开选项卡，在离开刀轨区域刀轨选项下拉列表中选择点选项，采用系统默认参数设置，在图形区选取图 7.7.11 所示的离开点。

Step3. 单击确定按钮，完成非切削参数的设置。

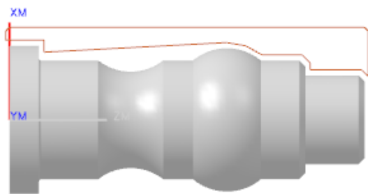


图 7.7.10 切削区域

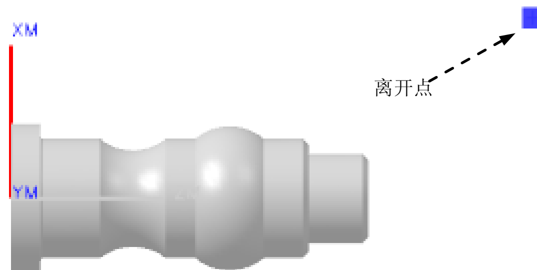


图 7.7.11 设置离开点

Stage4. 生成刀路轨迹并 3D 仿真

Step1. 单击“粗车 OD”对话框中的“生成”按钮，生成刀路轨迹如图 7.7.12 所示。

Step2. 单击“粗车 OD”对话框中的“确认”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框。

Step3. 在“刀轨可视化”对话框中单击3D 动态选项卡，采用系统默认参数设置，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可观察到 3D 动态仿真加工，加工后结果如图 7.7.13 所示。

Step4. 分别在“刀轨可视化”对话框和“粗车 OD”对话框中单击确定按钮，完成粗车加工。

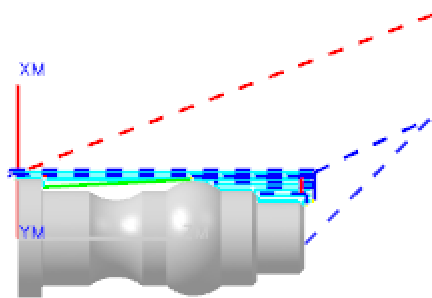


图 7.7.12　刀路轨迹

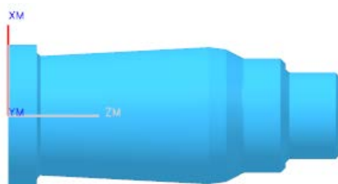


图 7.7.13　3D 仿真结果

Task6．创建外形粗车操作 2

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 turning 选项，在 操作子类型 区域中单击“ROUGH_TURN_OD”按钮，在 程序 下拉列表中选择 PROGRAM 选项，在 刀具 下拉列表中选择 OD_35_L (Turning Tool-Standard) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 TURNING_WORKPIECE 选项，在 方法 下拉列表中选择 LATHE_ROUGH 选项，名称采用系统默认的名称。

Step3．单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出“粗车 OD”对话框。

Stage2．显示切削区域

单击“粗车 OD”对话框 切削区域 右侧的“显示”按钮，在图形区中显示出切削区域如图 7.7.14 所示。

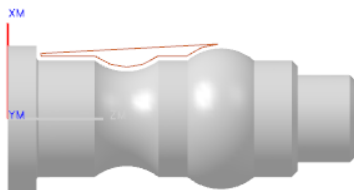


图 7.7.14　显示切削区域

Stage3．生成刀路轨迹并 3D 仿真

Step1．单击“粗车 OD”对话框中的“生成”按钮，生成刀路轨迹如图 7.7.15 所示。

Step2．单击“粗车 OD”对话框中的“确认”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框。

Step3．在“刀轨可视化”对话框中单击 3D 动态 选项卡，采用系统默认参数设置，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可观察到 3D 动态仿真加工，加工后结果如图 7.7.16 所示。

Step4．分别在“刀轨可视化”对话框和“粗车 OD”对话框中单击 确定 按钮，完成粗车加工。

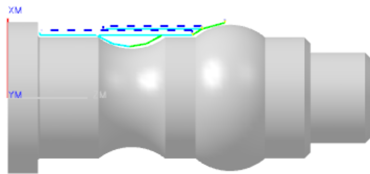


图 7.7.15　刀路轨迹

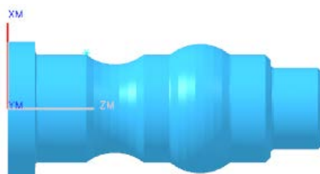


图 7.7.16　3D 仿真结果

Task7. 创建外形精车操作

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 turning 选项，在 操作子类型 区域中单击“FINISH_TURN_OD 按钮”，在 程序 下拉列表中选择 PROGRAM 选项，在 几何体 下拉列表中选择 TURNING_WORKPIECE 选项，在 刀具 下拉列表中选择 OD_35_L (Turning Tool-Standard) 选项，在 方法 下拉列表中选择 LATHE_FINISH 选项。

Step3. 单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出“精车 OD”对话框。

Stage2. 显示切削区域

单击“精车 OD”对话框 切削区域 右侧的“显示”按钮，在图形区中显示出切削区域如图 7.7.17 所示。

Stage3. 设置切削参数

Step1. 单击“精车 OD”对话框中的“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框，在该对话框中选择 策略 选项卡，然后在 刀具安全角 区域的 首先切削边 文本框中输入值 0.0，其他参数采用默认设置。

Step2. 选择 余量 选项卡，然后在 公差 区域的 内公差 文本框中输入值 0.01，在 外公差 文本框中输入值 0.01，其他参数采用默认设置。

Step3. 单击 确定 按钮，完成切削参数的设置。

Stage4. 设置非切削参数

Step1. 单击“精车 OD”对话框中的“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2. 在“非切削移动”对话框中选择 离开 选项卡，在 离开刀轨 区域 刀轨选项 下拉列表中选择 点 选项，采用系统默认参数设置，在图形区选取图 7.7.18 所示的离开点。

Step3. 单击 确定 按钮，完成非切削参数的设置。

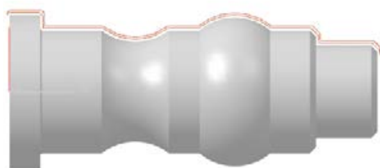


图 7.7.17　显示切削区域

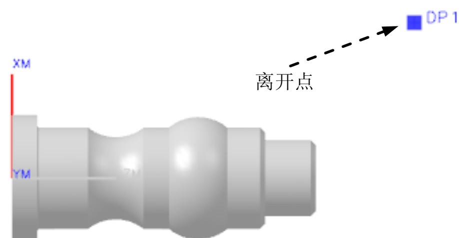


图 7.7.18　选择离开点

Stage5．生成刀路轨迹并 3D 仿真

Step1．单击“精车 OD”对话框中的“生成”按钮，生成刀路轨迹如图 7.7.19 所示。

Step2．单击“精车 OD”对话框中的“确认”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框。

Step3．在“刀轨可视化”对话框中单击 3D 动态 选项卡，采用系统默认参数设置，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可观察到 3D 动态仿真加工，加工后结果如图 7.7.20 所示。

Step4．分别在“刀轨可视化”对话框和“精车 OD”对话框中单击 确定 按钮，完成精车加工。

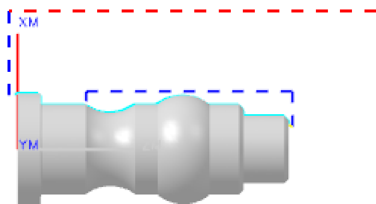


图 7.7.19　刀路轨迹

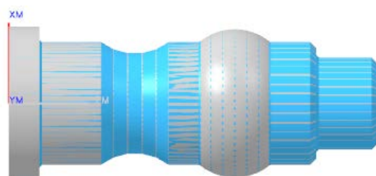


图 7.7.20　3D 仿真结果

Task8．保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

第 8 章　线　切　割

本章提要　本章将介绍线切割的加工方法，其中包括线切割加工概述、两轴线切割加工和四轴线切割加工，学习完本章之后，希望读者能够熟练掌握这两种线切割加工方法。

8.1　概　　述

电火花线切割加工简称线切割加工。它是利用一根运动的细金属丝（ ϕ0.02～ ϕ0.3mm 的钼丝或铜丝）作工具电极，在工件与金属丝间通以脉冲电流，靠火花放电对工件进行切削加工。在 NC 加工中，线切割主要有两轴加工和四轴加工。

电火花线切割的加工原理如图 8.1.1 所示。工件上预先打好穿丝孔，电极丝穿过该孔后，经导向轮由储丝筒带动作正、反向交替移动。放置工件的工作台按预定的控制程序，在 X、Y 两个坐标方向上作伺服进给移动，把工件切割成形。加工时，需在电极和工件间不断浇注工作液。

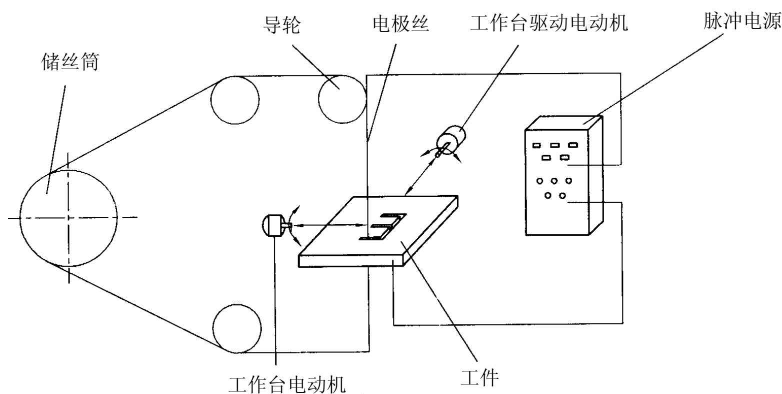


图 8.1.1　电火花线切割加工原理

线切割加工的工作原理和使用的电压、电流波形与电火花穿孔加工相似，但线切割加工不需要特定形状的电极，缩短了生产准备时间，比电火花穿孔加工生产率高、加工成本低，加工中工具电极损耗很小，可获得高的加工精度。小孔、窄缝，凸、凹模加工可一次完成，多个工件可叠起来加工，但不能加工盲孔和立体成型表面。由于电火花线切割加工具有上述特点，其在国内外发展都较快，已经成为一种高精度和高自动化的特种加工方法，在成型刀具与难切削材料、模具制造和精密复杂零件加工等方面得到广泛应用。

电火花加工还有其他许多方式的应用。如用电火花磨削，可磨削加工精密小孔、深孔、薄壁孔及硬质合金小模数滚刀；用电火花共轭回转加工可加工精密内、外螺纹环规，精密内、外齿轮等；此外还有电火花表面强化和刻字加工等。

进入加工模块后，选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出图 8.1.2 所示的“创建操作”对话框。在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 wire_edm 选项，此时，对话框中出现线切割加工的 6 种子类型。

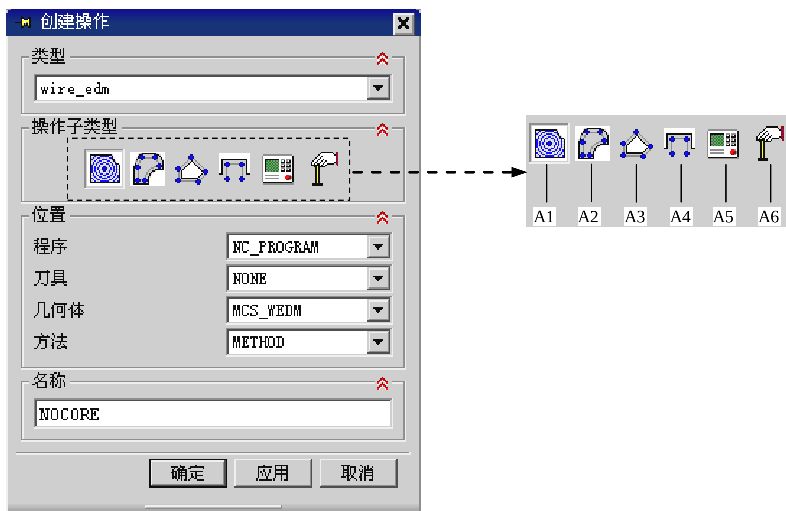


图 8.1.2　“创建操作”对话框

图 8.1.2 所示的“创建操作”对话框各选项说明如下：

- A1 (NOCORE)：外部线切割。
- A2 (INTERNAL_TRIM)：内部线切割。
- A3 (EXTERNAL_TRIM)：外部线切割。
- A4 (OPEN_PROFILE)：开放轮廓线切割。
- A5 (MILL_USER)：自定义方式。
- A6 (MILL_CONTROL)：机床控制。

8.2　两轴线切割加工

两轴线切割加工可以用于任何类型的二维轮廓切割，加工时刀具（钼丝或铜丝）沿着指定的路径切割工件，在工件上留下细丝切割所留下的轨迹线，从而使工件和毛坯分离开来，得到需要的零件。

Task1. 打开模型文件并进入加工模块

Step1. 打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch08\ch08.02\ wired_02.prt。

Step2. 进入加工环境。选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令；在系统弹出的“加工环境”对话框 要创建的 CAM 设置 列表框中选择 wire_edm 选项，单击 确定 按钮，进入加工环境。

Task2. 创建操作（一）

Stage1. 创建机床坐标系

在操作导航器中调整到几何视图状态，双击节点 MCS_WEDM，系统弹出图 8.2.1 所示的“MCS 线切割”对话框，并在图形区中显示出当前的机床坐标系，单击 确定 按钮，完成机床坐标系的定义。

Stage2. 创建几何体

Step1. 在操作导航器中选中节点 MCS_WEDM，然后右击，在系统弹出的快捷菜单中选择 插入 → 几何体 命令，系统弹出图 8.2.2 所示的“创建几何体”对话框。

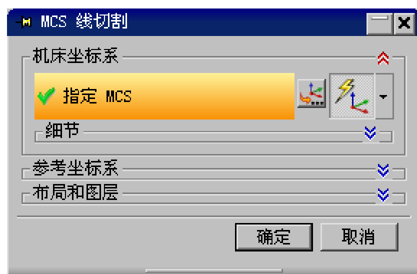


图 8.2.1 “MCS 线切割”对话框

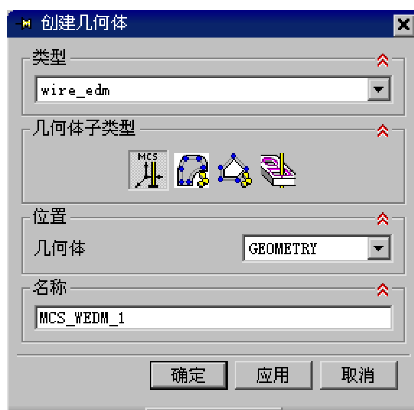


图 8.2.2 “创建几何体”对话框

Step2. 在“创建几何体”对话框中单击“SEQUENCE_EXTERNAL_TRIM”按钮，单击 确定 按钮，系统弹出图 8.2.3 所示的“顺序外部修剪”对话框。

Step3. 单击“顺序外部修剪”对话框 几何体 区域中的按钮，系统弹出图 8.2.4 所示的“线切割几何体”对话框。

图 8.2.3 所示的“顺序外部修剪”对话框部分选项说明如下：

- 几何体：该选项用于选择线切割的对象模型，也就是几何模型。
- 刀轨设置：可在该区域的 切除刀路 下拉菜单中选择 单个、多个 - 区域优先 和 多个 - 切除优先 三种刀具路径。
- 粗加工刀路：该选项用于设置粗加工走刀的次数。

- 精加工刀路：该选项用于设置精加工走刀的次数。
- 割线直径：该选项用于设置电极丝的直径。



图 8.2.3　“顺序外部修剪”对话框



图 8.2.4　“线切割几何体”对话框

说明：图 8.2.4 所示的“线切割几何体”对话框主要选项卡中的轴类型区域包括了线切割的两种类型，即（2 轴线切割加工）和（4 轴线切割加工），2 轴线切割加工多用于规则的模型和 Z 轴垂直的模型，而 4 轴线切割加工可以用于有倾斜角度的加工。

Step4. 在“线切割几何体”对话框主要选项卡的轴类型区域中单击“2 轴”按钮，在过滤器类型下选择“面边界”按钮，选取图 8.2.5 所示的面，单击确定按钮，系统生成图 8.2.6 所示的两条边界，并返回到“顺序外部修剪”对话框。

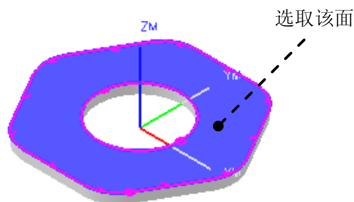


图 8.2.5　边界面

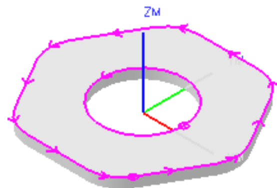


图 8.2.6　边界

Step5. 在“顺序外部修剪”对话框几何体区域中单击按钮，系统弹出图 8.2.7 所示的“编辑几何体”对话框。

Step6. 在“编辑几何体”对话框割线位置区域中选择 ⊙ 相切单选项，单击“下一个”按钮▼，系统显示几何体的内轮廓，然后单击移除按钮，保留图 8.2.8 所示的几何体外形轮廓。

Step7. 单击“编辑几何体”对话框中的确定按钮，返回“顺序外部修剪”对话框。



图 8.2.7　“编辑几何体”对话框

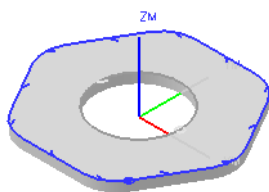


图 8.2.8　几何体外形轮廓

Stage3．设置切削参数

Step1．在“顺序外部修剪”对话框粗加工刀路文本框中输入值 1，单击“切削”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2．在“切削参数”对话框中，参数设置如图 8.2.9 所示，单击确定按钮，返回到“顺序外部修剪”对话框。

Step3．单击“顺序外部修剪”对话框中的“拐角控制”按钮，系统弹出图 8.2.10 所示的“拐角控制”对话框，采用系统默认参数设置，单击确定按钮，系统返回“顺序外部修剪”对话框。

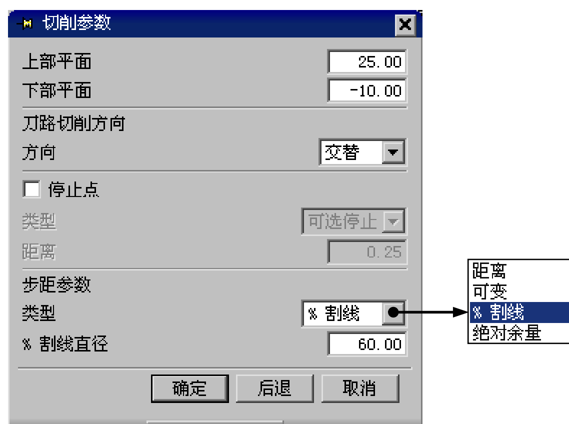


图 8.2.9　“切削参数”对话框



图 8.2.10　“拐角控制”对话框

图 8.2.9 所示的“切削参数”对话框各选项说明如下：

- 上部平面：用于定义电极丝上端距参考平面的距离。
- 下部平面：用于定义电极丝下端距参考平面的距离，通过上下平面可以确定电极丝的长度。
- 刀路切削方向：用于定义电极丝沿零件的加工方向，在方向下拉列表中共提供了交替、顺时针、逆时针有三种方式。其中交替为混合方式的加工方向，其加工方向是根据零件的需要，在不同的地方采用顺时针，而在另外的地方采用逆时针；顺时针为顺时针方向加工；逆时针为逆时针加工。
- □ 停止点：指定线切割加工的停止点，以便于其他的操作。选中此复选框，将会激活类型（定义停止点的类型）下拉列表和距离（定义电极丝与停止点的距离）文本框。
- 步距参数：用于定义步进时表示的类型以及步进距离。
- 类型：表示步进的类型，有以下几种选项可以选择。
  - ☑ 距离：用步长大小来表示，即相邻步长之间的距离。
  - ☑ 可变：在存在多个刀具路径时，可以定义每次刀具路径步长的大小。
  - ☑ % 割线：用电极丝的直径来定义步进的距离。
  - ☑ 绝对余量：利用毛坯和零件之间的距离来定义步进的距离，根据不同需要，可以设定不同的加工余量。

Stage4．设置移动参数

Step1．在“顺序外部修剪”对话框中单击“移动控制”按钮，系统弹出图 8.2.11 所示的“移动控制”对话框。

Step2．指定出发点。在“移动控制”对话框中单击☑ 从复选框后的指定按钮，系统弹出图 8.2.12 所示的“出发点”对话框，在出发点下拉列表中选择“点构造器”按钮，系统弹出“点”对话框，在“点”对话框 XC 文本框中输入值-40.0，在 YC 文本框中输入值 0.0，在 ZC 文本框中输入值 0.0，单击确定按钮，返回到“出发点”对话框，单击确定按钮，同时在图形区中显示出“From”点，如图 8.2.13 所示。

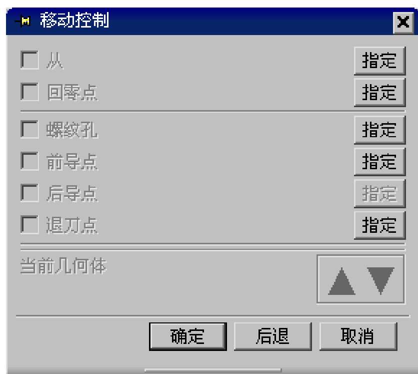


图 8.2.11　“移动控制”对话框



图 8.2.12　“出发点”对话框

Step3. 指定前导点。在“移动控制”对话框中单击☑ 前导点复选框后的指定按钮，系统弹出“点”对话框，然后在模型上选取图 8.2.13 所示的点为输入点，单击确定按钮，系统返回到“移动控制”对话框。

Step4. 指定退刀点。在“移动控制”对话框中单击☑ 退刀点复选框后的指定按钮，系统弹出“退刀点”对话框。在退刀点下拉列表中选择“点构造器”按钮，系统弹出“点”对话框。在“点”对话框XC文本框中输入值-35.0，在YC文本框中输入值 5.0，在ZC文本框中输入值 0.0，单击确定按钮，返回到“退刀点”对话框，单击确定按钮，同时在图形区中显示出“Retract”点，如图 8.2.14 所示。

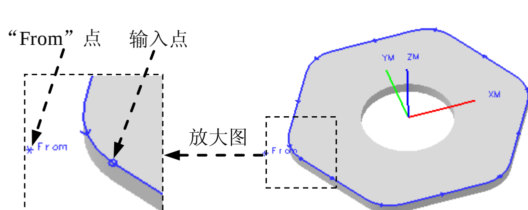


图 8.2.13 “From”点

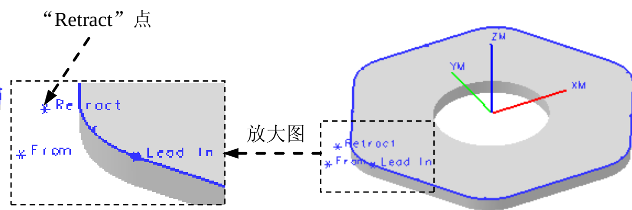


图 8.2.14 “Retract”点

Step5. 指定回零点。在“移动控制”对话框中单击☑ 回零点复选框后的指定按钮，系统弹出“回零点”对话框。在回零点的下拉列表中选择“点构造器”按钮，系统弹出“点”对话框。在“点”对话框XC文本框中输入值-45.0，在YC文本框中输入值 5.0，在ZC文本框中输入值 0.0，单击确定按钮，返回到“回零点”对话框，单击确定按钮，同时在图形区中显示出“Gohome”点，然后在“移动控制”对话框中单击确定按钮。

Step6. 在“顺序外部修剪”对话框中单击确定按钮。

Task3. 生成刀路轨迹

Stage1. 生成第一个刀路轨迹

Step1. 在操作导航器中展开节点⊞SEQUENCE_EXTERNAL_TRIM，可以看到三个刀路轨迹，双击节点EXTERNAL_TRIM_ROUGH，系统弹出图 8.2.15 所示的“EXTERNAL_TRIM_ ROUGH”对话框。

Step2. 在“EXTERNAL_TRIM_ROUGH”对话框内公差文本框中输入值 0.01，在外公差文本框中输入值 0.01。

Step3. 在“EXTERNAL_TRIM_ROUGH”对话框中单击“生成”按钮，生成的刀路轨迹如图 8.2.16 所示。



图 8.2.15　“EXTERNAL_TRIM_ROUGH”对话框

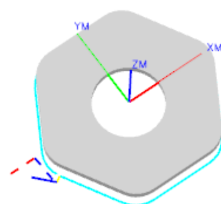


图 8.2.16　刀路轨迹

Step4. 在“EXTERNAL_TRIM_ROUGH”对话框中单击“确定”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可观察到动态仿真加工。

Step5. 分别在“刀轨可视化”对话框和“EXTERNAL_TRIM_ROUGH”对话框中单击 确定 按钮，完成刀轨轨迹的演示。

Stage2. 生成第二个刀路轨迹

Step1. 在操作导航器中双击节点 EXTERNAL_TRIM_CUTOFF，系统弹出图 8.2.17 所示的“EXTERNAL_TRIM_CUTOFF”对话框。

Step2. 在“EXTERNAL_TRIM_CUTOFF”对话框内公差文本框中输入值 0.01，在外公差文本框中输入值 0.01。

Step3. 在“EXTERNAL_TRIM_CUTOFF”对话框中单击“生成”按钮，生成的刀路轨迹如图 8.2.18 所示。



图 8.2.17　“EXTERNAL_TRIM_CUTOFF”对话框

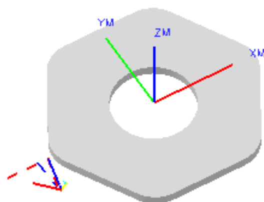


图 8.2.18　刀具轨迹

Step4. 在“EXTERNAL_TRIM_CUTOFF”对话框中单击“确定”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可观察到动态仿真加工。

Step5. 分别在“刀轨可视化”对话框和“EXTERNAL_TRIM_CUTOFF”对话框中单击 确定 按钮，完成刀路轨迹的演示。

Stage3. 生成第三个刀路轨迹

Step1. 在操作导航器中双击节点 EXTERNAL_TRIM_FINISH，系统弹出图 8.2.19 所示的“EXTERNAL_TRIM_FINISH”对话框。

Step2. 在“EXTERNAL_TRIM_FINISH”对话框 内公差 文本框中输入值 0.01，在 外公差 文本框中输入值 0.01。

Step3. 在“EXTERNAL_TRIM_FINISH”对话框中单击“生成”按钮，在模型区生成的刀路轨迹如图 8.2.20 所示。



图 8.2.19 “EXTERNAL_TRIM_ FINISH”对话框

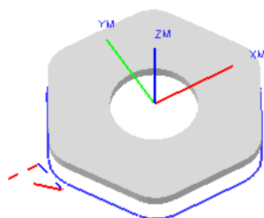


图 8.2.20 刀具轨迹

Step4. 在“EXTERNAL_TRIM_FINISH”对话框中单击“确定”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可观察到动态仿真加工。

Step5. 分别在“刀轨可视化”对话框和“EXTERNAL_TRIM_FINISH”对话框中单击 确定 按钮，完成刀路轨迹的演示。

Task4. 创建操作（二）

Stage1. 创建几何体

Step1. 在操作导航器中调整到几何视图状态，选中节点 MCS_WEDM，单击鼠标右键，在系统弹出的快捷菜单中选择 插入 ➡ 几何体 命令，系统弹出“创建几何体”对话框。

Step2. 在图 8.2.21 所示的“创建几何体”对话框 几何体子类型 选项中单击“SEQUENCE_INTERNAL_TRIM”按钮，单击 确定 按钮，系统弹出图 8.2.22 所示的“顺序内部修剪”对话框。



图 8.2.21　“创建几何体”对话框



图 8.2.22　“顺序内部修剪”对话框

Step3. 单击“顺序内部修剪”对话框 几何体 区域中的按钮，系统弹出“线切割几何体”对话框。

Step4. 在“线切割几何体”对话框 主要 选项卡的 轴类型 区域中单击“2 轴”按钮，在 过滤器类型 下选择“面边界”按钮，选取图 8.2.23 所示的面，单击 确定 按钮，系统生成图 8.2.24 所示的两条边界，并返回到“顺序内部修剪”对话框。

Step5. 在“顺序内部修剪”对话框 几何体 区域单击按钮，系统弹出“编辑几何体”对话框。

Step6. 在“编辑几何体”对话框 割线位置 区域中选择 相切 单选项，然后单击 移除 按钮，保留图 8.2.25 所示的几何体内轮廓。

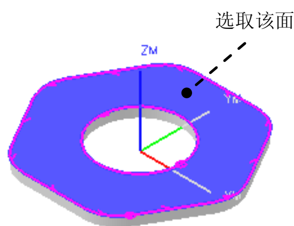


图 8.2.23　边界面

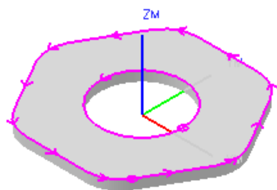


图 8.2.24　切割线轨迹

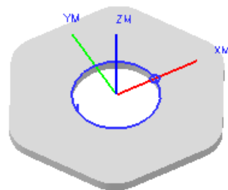


图 8.2.25　内轮廓

Step7. 在“编辑几何体”对话框中单击 确定 按钮，完成几何体的编辑，并返回“顺序内部修剪”对话框。

Stage2．设置切削参数

Step1. 在“顺序内部修剪”对话框 粗加工刀路 文本框中输入值 1，单击“切削”按钮，

系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中，设置图 8.2.26 所示的参数，单击 确定 按钮，完成切削参数的设置，并返回到“顺序内部修剪”对话框。

Stage3. 设置移动参数

Step1. 在“顺序内部修剪”对话框中单击“移动控制”按钮，弹出图 8.2.27 所示的“移动控制”对话框。

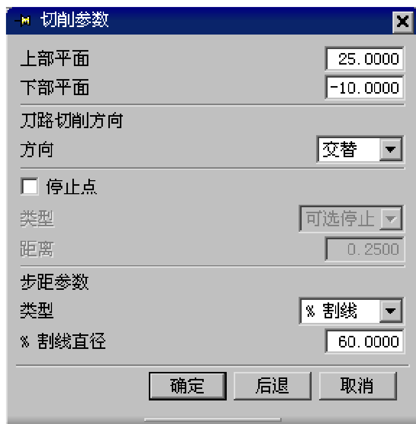


图 8.2.26 “切削参数”对话框

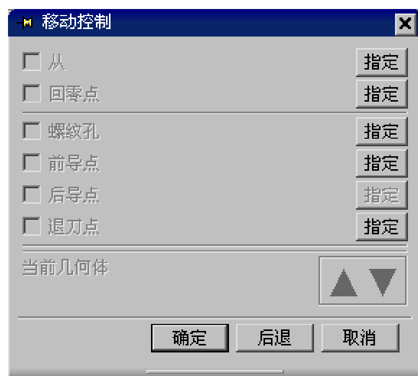


图 8.2.27 “移动控制”对话框

Step2. 在“移动控制”对话框中单击 螺纹孔 复选框后的 指定 按钮，系统弹出“螺纹孔”对话框，然后在模型上捕捉坐标原点，单击 确定 按钮，系统返回到“移动控制”对话框。

Step3. 在“移动控制”对话框单击 确定 按钮，系统返回到“顺序内部修剪”对话框，单击 确定 按钮，完成移动参数设置。

Task5. 生成刀路轨迹

Stage1. 生成第一个刀路轨迹

Step1. 在操作导航器中展开节点 SEQUENCE_INTERNAL_TRIM，可以看到三个刀路轨迹，双击节点 INTERNAL_TRIM_ROUGH，系统弹出图 8.2.28 所示的“INTERNAL_TRIM_ROUGH”对话框。

Step2. 在“INTERNAL_TRIM_ROUGH”对话框 内公差 文本框中输入值 0.01，在 外公差 文本框中输入值 0.01。

Step3. 在“INTERNAL_TRIM_ROUGH”对话框中单击“生成”按钮，生成的刀路轨迹如图 8.2.29 所示。

Step4. 在“INTERNAL_TRIM_ROUGH”对话框中单击“确定”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可观察到动态仿真加工。



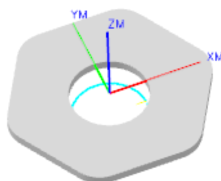


图 8.2.28　“INTERNAL_TRIM_ROUGH”对话框　　　图 8.2.29　刀路轨迹

Step5. 分别在“刀轨可视化”对话框和“INTERNAL_TRIM_ROUGH”对话框中单击 确定 按钮，完成刀路轨迹的演示。

Stage2. 生成第二个刀路轨迹

Step1. 在操作导航器中双击节点 INTERNAL_TRIM_BACKBURN，系统弹出图 8.2.30 所示的“INTERNAL_TRIM_BACKBURN”对话框。

Step2. 在“INTERNAL_TRIM_BACKBURN”对话框 内公差 文本框中输入值 0.01，在 外公差 文本框中输入值 0.01。

Step3. 在“INTERNAL_TRIM_BACKBURN”对话框中单击“生成”按钮，在模型区生成的刀路轨迹如图 8.2.31 所示。



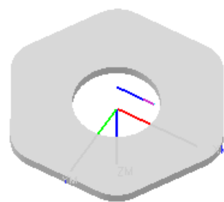


图 8.2.30　“INTERNAL_TRIM_BACKBURN”对话框　　　图 8.2.31　刀路轨迹

Step4. 在“INTERNAL_TRIM_BACKBURN”对话框中单击“确定”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可观察到动态仿真加工。

Step5. 分别在“刀轨可视化”对话框和“INTERNAL_TRIM_BACKBURN”对话框中

单击 确定 按钮，完成刀轨轨迹的演示。

Stage3. 生成第三个刀路轨迹

Step1. 在操作导航器中双击节点 INTERNAL_TRIM_FINISH，系统弹出图 8.2.32 所示的“INTERNAL_TRIM_FINISH”对话框。

Step2. 在“INTERNAL_TRIM_FINISH”对话框 内公差 文本框中输入值 0.01，在 外公差 文本框中输入值 0.01。

Step3. 在“INTERNAL_TRIM_FINISH”对话框中单击“生成”按钮，在模型区生成的刀路轨迹如图 8.2.33 所示。



图 8.2.32 “INTERNAL_TRIM_FINISH”对话框

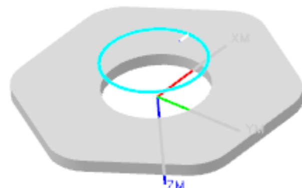


图 8.2.33 刀路轨迹

Step4. 在“INTERNAL_TRIM_FINISH”对话框中单击“确认”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框，调整动画速度后单击“播放”按钮，即可观察到动态仿真加工。

Step5. 分别在“刀轨可视化”对话框和“INTERNAL_TRIM_FINISH”对话框中单击 确定 按钮，完成 INTERNAL_TRIM_FINISH 刀路轨迹的演示。

Task6. 保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

8.3 四轴线切割加工

四轴线切割是线切割加工中比较常用的一种加工方法，通过选择轴的类型不同，可以指定为四轴下线切割加工的方式，通过选择过滤器中的顶面或者侧面来确定要进行线切割的

上下两个面的边界形状，从而完成切割。

Task1. 打开模型文件并进入加工模块

Step1. 打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch08\ch08.03\wired_04.prt。

Step2. 选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，在系统弹出的“加工环境”对话框 要创建的 CAM 设置 列表框中选择 wire_edm 选项，单击 确定 按钮，进入加工环境。

Task2. 创建操作

Stage1. 创建机床坐标系

在操作导航器中调整到几何视图状态，双击节点 MCS_WEDM，系统弹出“MCS 线切割”对话框。在“MCS 线切割”对话框 机床坐标系 区域中单击“CSYS 会话”按钮，系统弹出“CSYS”对话框。在“CSYS”对话框 类型 的下拉列表中选择 动态 选项，然后单击 操控器 区域中的“点对话框”按钮，在系统弹出的“点”对话框的 ZC 文本框中输入值-20.0，单击“点”对话框中的 确定 按钮，然后在系统弹出的“CSYS”对话框和“MCS 线切割”对话框中分别单击 确定 按钮，完成机床坐标系的创建，如图 8.3.1 所示。

Stage2. 创建几何体

Step1. 在操作导航器中选中节点 MCS_WEDM，然后右击，在系统弹出的快捷菜单中选择 插入 → 操作... 命令，系统弹出图 8.3.2 所示的“创建操作”对话框。

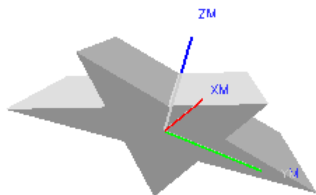


图 8.3.1　创建坐标系



图 8.3.2　“创建操作”对话框

Step2. 在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 wire_edm 选项，在 操作子类型 区域中单击“EXTERNAL_TRIM”按钮，在 程序 下拉列表中选择 PROGRAM 选项，在 几何体 下拉列表中选择 MCS_WEDM 选项，在 刀具 下拉列表中选择 NONE 选项，在 方法 下拉列表中选择 WEDM_METHOD 选项，

在名称文本框中输入 EXTERNAL_TRIM。

Step3. 在“创建操作”对话框中单击确定按钮，系统弹出图 8.3.3 所示的“EXTERNAL _TRIM”对话框。

Step4. 在“EXTERNAL_TRIM”对话框线切割几何体区域中单击选择按钮，系统弹出图 8.3.4 所示的“线切割几何体”对话框。

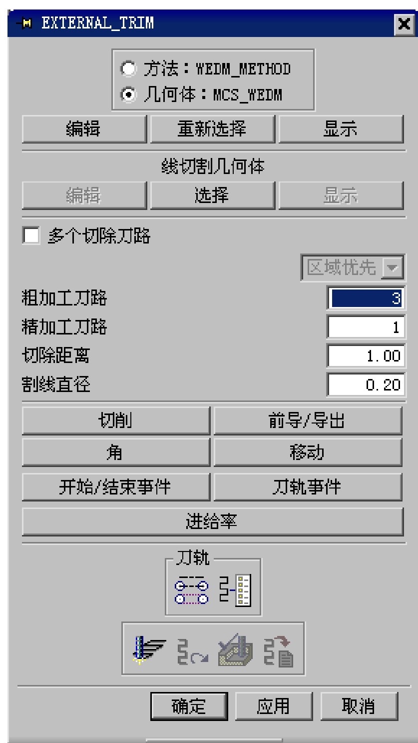


图 8.3.3　“EXTERNAL_TRIM”对话框



图 8.3.4　“线切割几何体”对话框

Step5. 在“线切割几何体”对话框轴类型区域中单击“4 轴”按钮，在过滤器类型选项组中单击“顶面”按钮，选取图 8.3.5 所示的面，系统生成图 8.3.6 所示的线切割轨迹，单击该对话框中的确定按钮，并返回“EXTERNAL_TRIM”对话框。

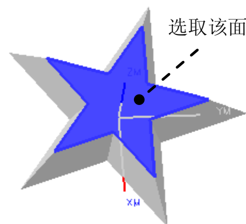


图 8.3.5　选取面

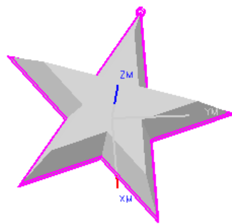


图 8.3.6　线切割轨迹

Stage3. 设置切削参数

Step1. 在“EXTERNAL_TRIM”对话框 粗加工刀路 文本框中输入值 2，单击 切削 按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中，设置参数如图 8.3.7 所示，单击 确定 按钮，完成切削参数的定义，并返回到“EXTERNAL_TRIM”对话框。

Stage4．设置输入/导出参数

Step1. 在“EXTERNAL_TRIM”对话框中单击 前导/导出 按钮，系统弹出图 8.3.8 所示的“前导和后导”对话框。

Step2. 在“前导和后导”对话框 前导方法 选项组中单击“成角度”按钮，并选中 ☑ 重叠 复选框，单击 确定 按钮系统返回到“EXTERNAL_TRIM”对话框。



图 8.3.7　“切削参数”对话框



图 8.3.8　“前导和后导”对话框

图 8.3.8 所示的“前导和后导”对话框各选项说明如下：

- 前导方法：用于确定电极进入切割边界时的进刀方式。
- ☑ 非侧倾前导：选中该复选框则表示当电极进入边界时，电极没有任何侧倾。
- 前导距离：电极距离边界的距离。
- 前导角：当要进入切削边界时，电极丝的倾斜角度。
- 刀具补偿角：用电极丝的倾斜角度来做补偿。
- 刀具补偿距离：用电极丝的半径来做补偿。
- ☑ 重叠：重叠是通过指定重叠距离，来定义切出和切入时电极丝的重叠距离。

Task3．生成刀路轨迹

Step1. 在“EXTERNAL_TRIM”对话框中单击“生成”按钮，刀路轨迹如图 8.3.9 所示。

Step2. 在图形区通过旋转、平移、放大视图，再单击“回放”图标重新显示路径。可以从不同角度对刀路轨迹进行查看，以判断其路径是否合理。

Task4. 动态仿真

Step1. 在“EXTERNAL_TRIM”对话框中单击“确认”按钮，系统弹出“刀轨可视化”对话框，如图 8.3.10 所示。

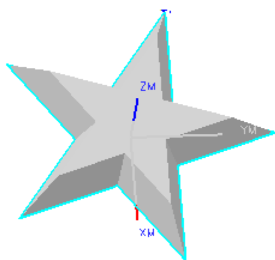


图 8.3.9 刀路轨迹

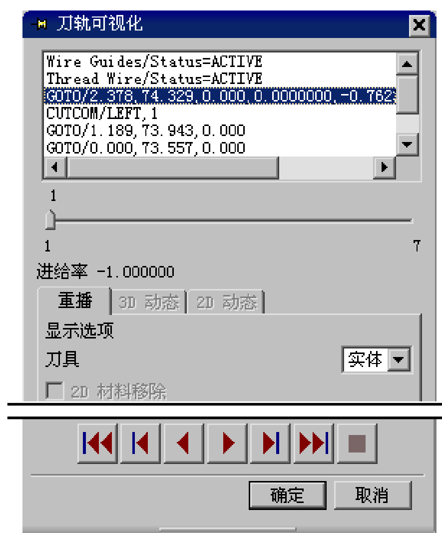


图 8.3.10 “刀轨可视化”对话框

Step2. 在“刀轨可视化”对话框中调整动画速度后单击“播放”按钮，即可观察到动态仿真加工。

Step3. 分别在“刀轨可视化”对话框和“EXTERNAL_TRIM”对话框中单击 确定 按钮，完成四轴线切割加工。

Task5. 保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

第 9 章　后 置 处 理

本章提要　本章将介绍有关数控后置处理的知识。由于各个厂家机床的数控系统都是不同的，UG NX 7.0 生成的刀路轨迹文件并不能被所有的机床识别，因而需要对其进行必要的后置处理，转换成机床可识别的代码文件后才可以进行加工。通过本章的学习，相信读者会了解数控加工的后置处理功能。

9.1　概　　述

在 UG NX 7.0 中，在生成了包括切削刀具位置及机床控制指令的加工刀轨文件后，由于刀轨文件不能直接驱动机床，所以必须来处理这些文件，将其转换成特定机床控制器所能接受的 NC 程序，这个处理的过程就是“后处理”。UG 后处理构造器可以通过图形的方式创建二轴到五轴的后处理程序（NC 程序），并能灵活定义 NC 程序的格式、输出内容、程序头尾、操作头尾以及换刀等每个事件的处理方式。创建后处理程序的过程如图 9.1.1 所示。

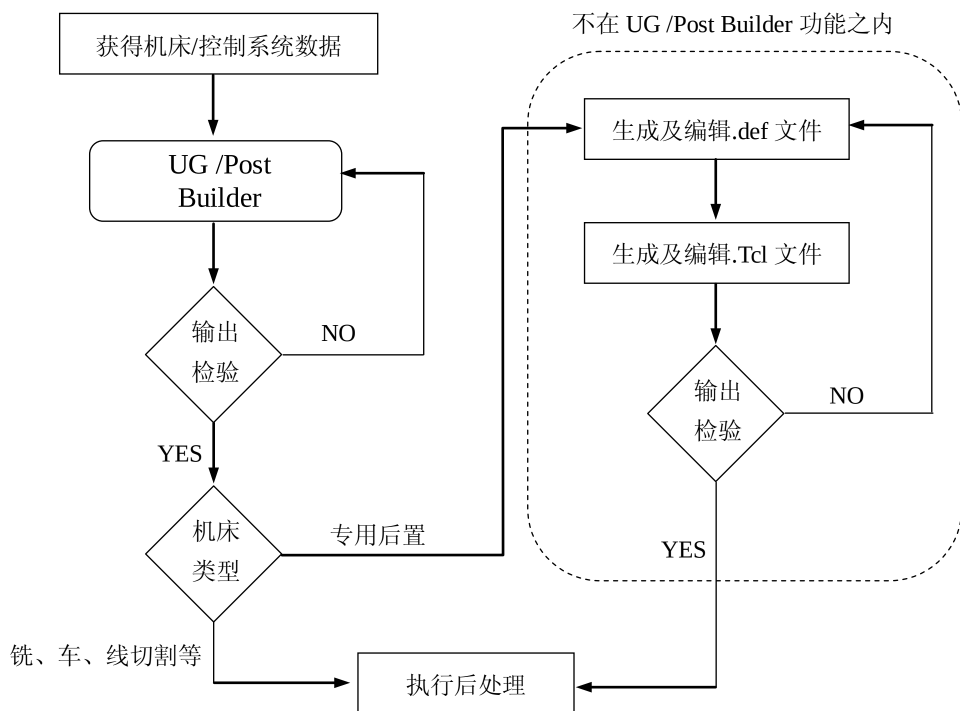


图 9.1.1　UG / Post Builder 建立后处理过程

9.2 创建后处理文件

9.2.1 进入 UG 后处理构造器工作环境

Step1. 进入 UG 后处理构造器工作环境。选择菜单 开始 → 程序(P) → UGS NX 7.0 → 加工工具 → 后处理构造器 命令，启动 UG 后处理构造器，如图 9.2.1 所示。

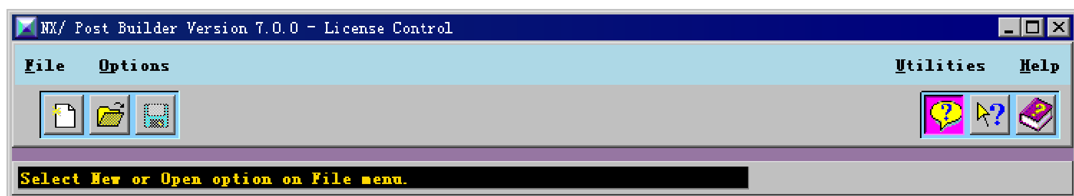


图 9.2.1 UG / Post Builder 工作界面

Step2. 转换语言。在图 9.2.1 所示的 UG 后处理构造器工作界面中选择菜单 Options → Language → 中文(简体) 命令，结果如图 9.2.2 所示。

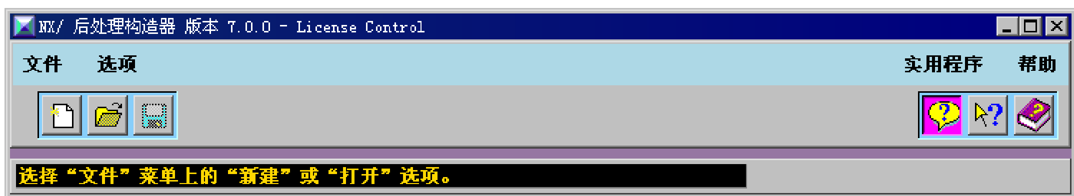


图 9.2.2 UG 后处理构造器工作界面

9.2.2 新建一个后处理文件

Step1. 选择新建命令。进入 NX 后处理构造器后，选择下拉菜单 文件 → 新建... 命令（或单击工具条中的 按钮），系统弹出图 9.2.3 所示的“新建后处理器”对话框，用户可以在该对话框中设置名称、输出单位、机床类型和控制器类型等内容。

Step2. 定义后处理名称。在“新建后处理器”对话框 后处理名称 文本框中输入“Mill_3_Axis”。

Step3. 定义后处理输入单位。在“新建后处理器”对话框 后处理输出单位 区域中选择 毫米 单选项。

Step4. 定义机床类型。在“新建后处理器”对话框 机床 区域中选择 铣 单选项，在其下面的下拉列表中选择 3 轴 选项。

Step5. 定义机床的控制类型。在“新建后处理器”对话框 控制器 区域中选择 一般 单选

项。

Step6. 单击 确定 按钮，完成后处理的机床及控制系统的选择。

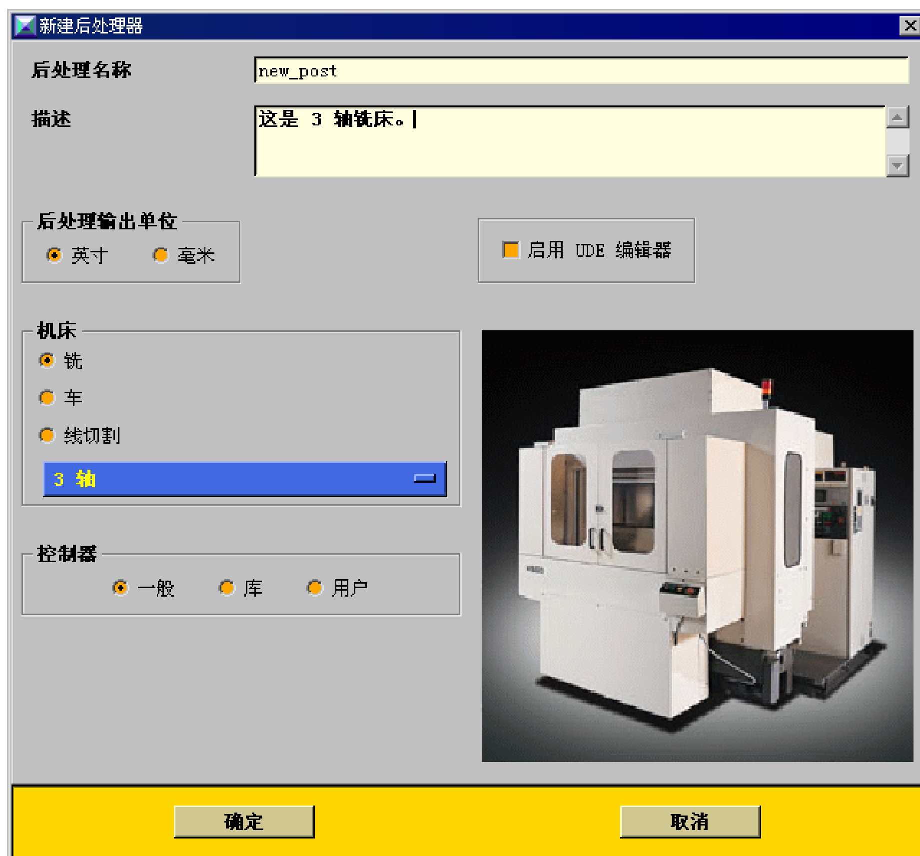


图 9.2.3　“新建后处理器”对话框

图 9.2.3 所示的“新建后处理器”对话框中各选项说明如下：

- **后处理名称** 文本框：用于输入后处理的名称。
- **描述** 文本框：用于输入描述所创建的后处理的文字。
- **后处理输出单位** 区域：用于选择后处理输出的单位。
  - ☑ 英寸 单选项：选择该选项表示后处理输出单位为英制英寸。
  - ☑ 毫米 单选项：选择该选项表示后处理输出的单位为公制毫米。
- **机床** 区域用于选择机床类型。
  - ☑ 铣 单选项：选择该选项表示选用铣床类型。
  - ☑ 车 单选项：选择该选项表示选用车床类型。
  - ☑ 线切割 单选项：选择该选项表示选用线切割类型。
- **3 轴** 下拉列表根据所选择的机床不同，提供不同种类的机床。
- **控制器** 区域用于选择机床的控制系统类型。

☑ 一般单选项：选择该选项表示选用通用控制系统。

☑ 库单选项：选择该选项表示从后处理构造器提供的控制系统列表中选择。

☑ 用户单选项：选择该选项表示选择用户自定义的控制系统。

9.2.3　机床的参数设置

当完成以上操作后，系统进入后处理器编辑窗口，如图 9.2.4 所示。此时系统默认显示为 机床选项卡，该选项卡用于设置机床的极限行程、回零坐标及插补精度等参数。



图 9.2.4　“机床”选项卡

图 9.2.4 所示的机床选项卡中各选项说明如下：

- 输出圆形记录区域：用于确定是否输出圆弧指令，选择 是单选项，表示输出圆弧指令，选择 否单选项，表示将圆弧指令全部改为直线插补输出。
- 线性轴行程限制区域：用于设置机床主轴 X、Y、Z 的极限行程。
- 回零位置区域：用于设置机床回零坐标。

- 线性运动转数区域：用于设置直线插补的精度值，机床控制系统的最小控制长度。
- 移刀进给率区域：用于设置机床快速移动的最大速度。
- 显示机床：单击该按钮可以显示机床的结构简图。
- 默认值：单击该按钮后，此页的所有参数将恢复默认值。
- 恢复：单击该按钮后，此页的所有参数将变成本次编辑前的设置。

9.2.4　程序和刀轨参数的设置

1. 程序选项卡

进入程序和刀轨选项卡后，系统默认显示程序子选项卡，如图 9.2.5 所示，该选项卡用于定义和修改程序起始序列、操作起始序列、刀轨事件（机床控制事件、机床运动事件和循环事件）、操作结束序列以及程序结束序列。

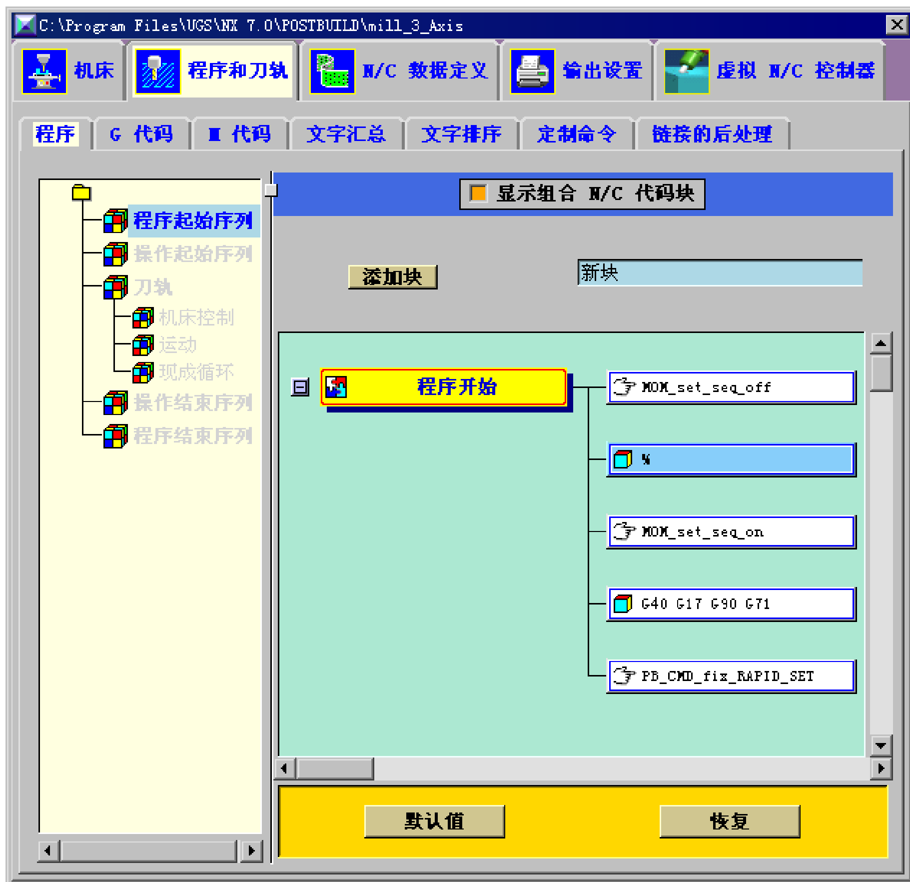


图 9.2.5　“程序”选项卡

在程序子选项卡中有两个不同的窗口，左侧是组成结构，右侧是相关参数。在左侧的结构数中选择一个节点，右侧则会显示相应的参数。每一个 NC 程序都是由在左侧的窗口中

显示的 5 种序列（Sequence）组成，而序列在右侧的窗口中又被细分为标记（marker）和程序行（block）。在 UG 后处理构造器中预定义的事件，如换刀、主轴转、进刀等，用黄色长条表示，就是标记的一种。在每个标记下又可以定义一系列的输出程序行。

图 9.2.5 所示的程序选项卡部分选项说明如下：

左侧的组成结构中包括 NC 程序中的五个序列和刀轨运动中的三种事件。

- 程序起始序列：用来定义程序头输出的语句，程序头事件是所有事件之前的。
- 操作起始序列：用来定义操作开始到第一个切削运动之间的事件。
- 刀轨：用于定义机床控制事件、加工运动、钻循环等事件。
  - ☑ 机床控制：主要用于定义进给、换刀、切削液、尾架、夹紧等事件，也可以用于模式的改变，如输出是绝对或相对等。
  - ☑ 运动：用于定义后处理如何处理刀位轨迹源文件中的 GOTO 语句。
  - ☑ 现成循环：用于定义当进行孔加工循环时，系统如何处理这类事件的，并定义其输出格式。
- 操作结束序列：用来定义退刀运动到操作结束之间的事件。
- 程序结束序列：用于定义程序结束时需要输出的程序行，一个 NC 程序只有一个程序结束事件。

2. G 代码选项卡

进入程序和刀轨选项卡后，单击G 代码选项卡，结果如图 9.2.6 所示，该选项卡用于定义后处理中所用到的所有 G 代码。



图 9.2.6 “G 代码”选项卡

3. M 代码选项卡

进入程序和刀轨选项卡后，单击M 代码选项卡，结果如图 9.2.7 所示，该选项卡用于定义

后处理中所用到的所有 M 代码。



图 9.2.7　“M 代码”选项卡

4. 文字汇总选项卡

进入程序和刀轨选项卡后，单击文字汇总选项卡，结果如图 9.2.8 所示，该选项卡用于定义后处理中所用到的字地址，但只可以修改格式相同的一组字地址或格式，若要修改一组里某个字地址的格式，要在N/C 数据定义选项卡中的格式子选项卡中进行修改。



图 9.2.8　“文字汇总”选项卡

图 9.2.8 所示的文字汇总选项卡中有如下参数可以定义：

- 文字：由字头和数字，再加上后缀组成。
- 指引线/代码：用于修改字地址的头码，头码是字地址中数字前面的字母部分。
- 数据类型：可以是数字和文字。若所需代码不能用字母加数字实现时，则要用文字类型。

- 加号（+）：用于定义正数的前面是否显示“+”号。
- 前导零：用于定义是否输出前零。
- 整数：用于定义整数的位数。当数据超过所定义的位数时则会出现错误提示。
- 小数（.）：用于定义小数点是否输出。当不输出小数点时，前零和后零则不能输出。
- 分数：用于定义小数的位数。
- 后置零：用于定义后零是否输出。

5. 文字排序选项卡

进入程序和刀轨选项卡后，单击文字排序选项卡，结果如图 9.2.9 所示，该选项卡可以调整字的输出顺序，组成 NC 数据块。



图 9.2.9 “文字排序”选项卡

6. 定制命令选项卡

进入程序和刀轨选项卡后，单击定制命令选项卡，结果如图 9.2.10 所示，该选项卡可以让用户加入一个新的机床命令，这些指令是用 TCL 编写的程序，并由事件处理执行。

7. 链接的后处理选项卡

进入程序和刀轨选项卡后，单击链接的后处理选项卡，结果如图 9.2.11 所示，该选项卡用于链接其他后处理程序。

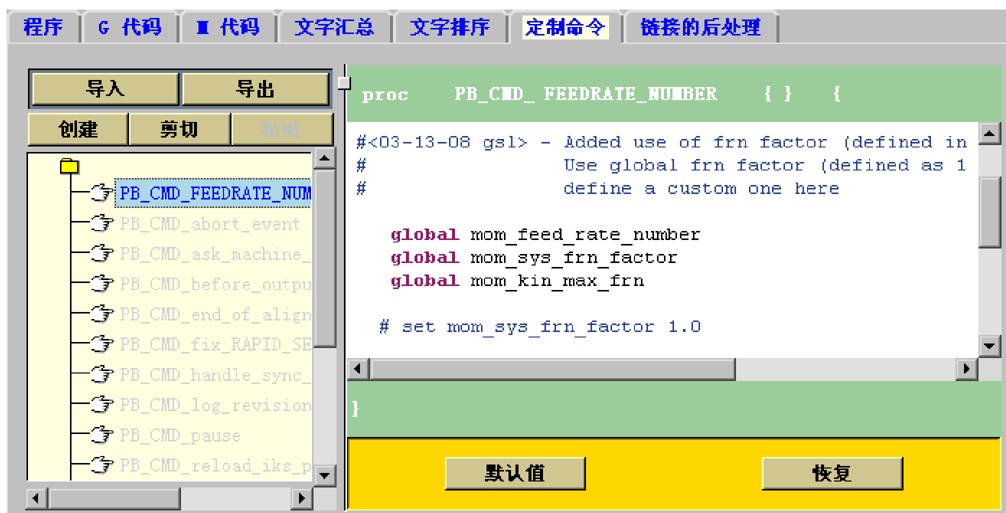


图 9.2.10　“定制命令”选项卡



图 9.2.11　“链接的后处理”选项卡

9.2.5　NC 数据定义

单击 N/C 数据定义 按钮，进入“NC 数据定义”选项卡，该选项卡中包括四个子选项卡，可以定义 NC 数据的输出格式。

1. 块选项卡

进入 N/C 数据定义 选项卡后，单击块选项卡，结果如图 9.2.12 所示，该选项卡用于定义表示机床指令的程序中输出哪些字地址，以及地址的输出顺序。行由词组成，词由字和数组成。

2. 文字选项卡

进入N/C 数据定义选项卡后，单击**文字**选项卡，结果如图 9.2.13 所示，该选项卡用于定义词的输出格式。包括字头和后面的参数的格式、最大值、最小值、模态、前缀及后缀字符等。

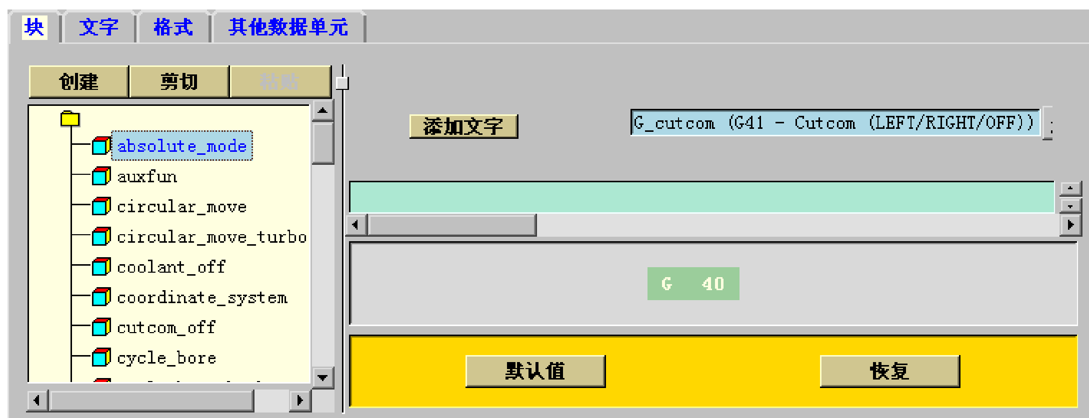


图 9.2.12 “块”选项卡

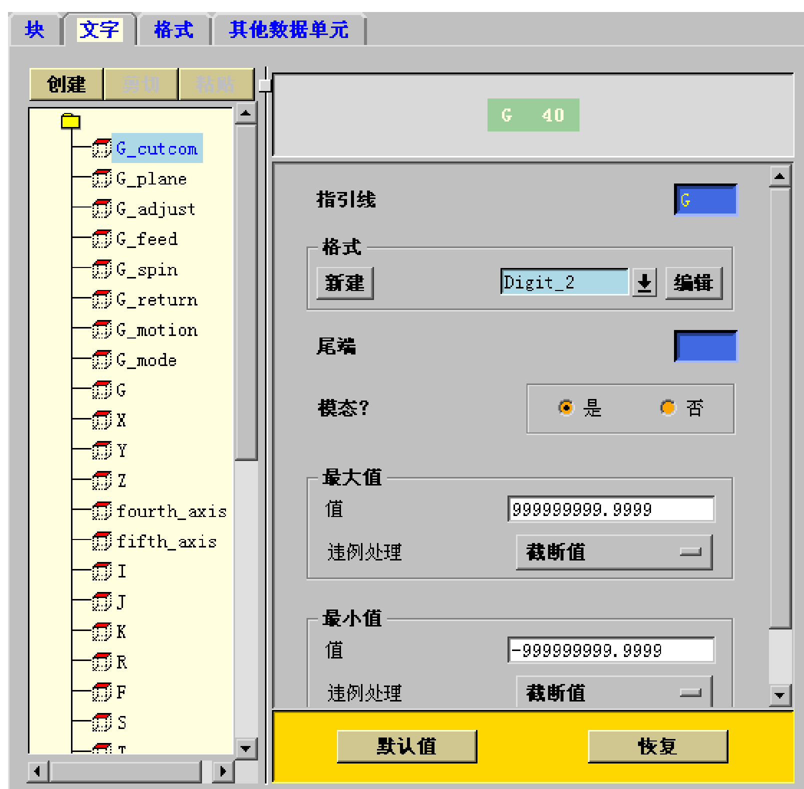


图 9.2.13 “文字”选项卡

3. **格式**选项卡

进入N/C 数据定义选项卡后，单击**格式**选项卡，结果如图 9.2.14 所示，该选项卡用于定义

数据输出是整数或字符串。



图 9.2.14　“格式”选项卡

4. 其他数据单元选项卡

进入 N/C 数据定义选项卡后，单击其他数据单元选项卡，结果如图 9.2.15 所示，该选项卡用于定义程序行序号和文字间隔符、行结束符、信息始末符等数据。

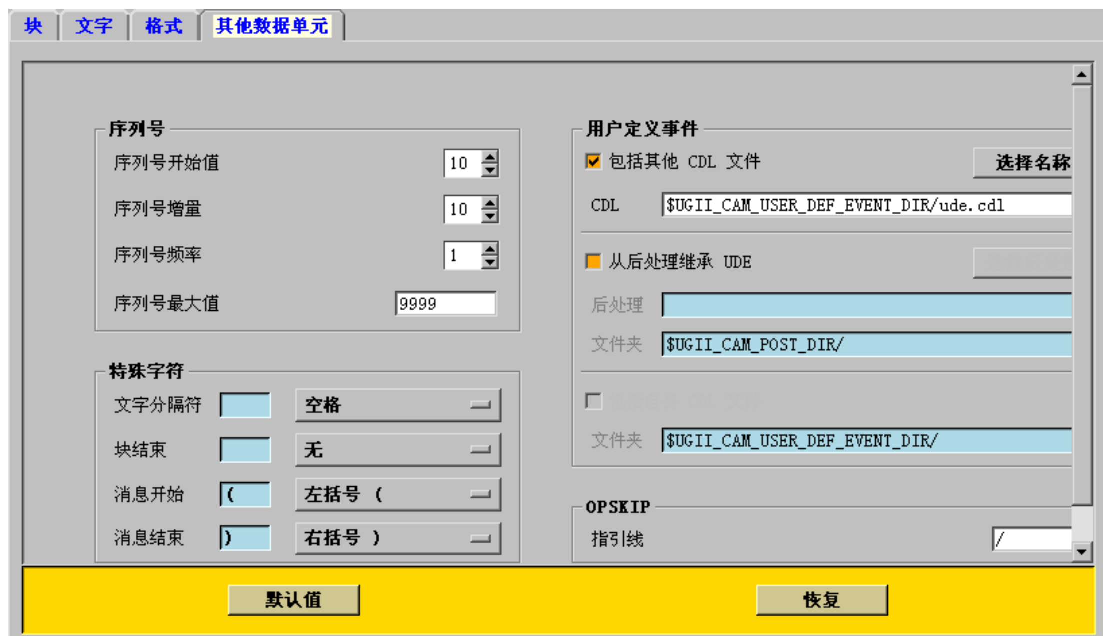


图 9.2.15　“其他数据单元”选项卡

9.2.6　列表、输出控制和文件预览

单击输出设置，进入“NC 数据定义”选项卡，该选项卡中包括三个子选项卡，用于定义 NC 程序输出的相关参数。

1．列表文件选项卡

单击列表文件选项卡，结果如图 9.2.16 所示，该选项卡用于控制列表文件输出的内容，输出的内容有 X、Y、Z 坐标值，第四、第五轴的角度值，还有转速及进给。默认的列表文件的扩展名是 lpt。

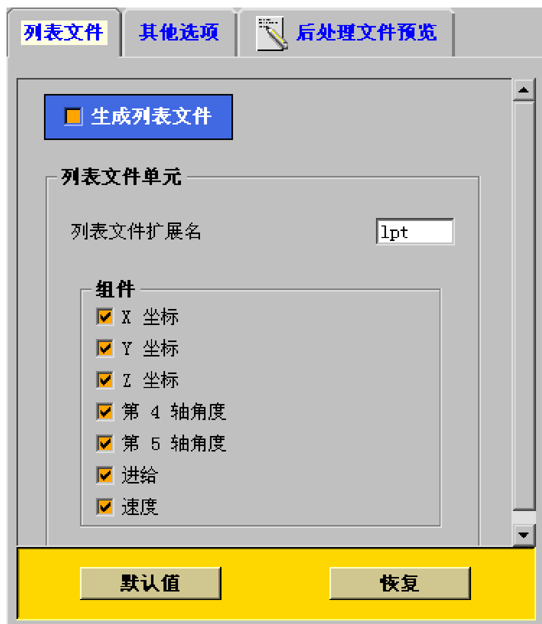


图 9.2.16　“列表文件”选项卡

2．其他选项选项卡

单击其他选项选项卡，结果如图 9.2.17 所示，默认的 NC 程序的文件扩展名是 ptp。

图 9.2.17 所示的其他选项选项卡部分选项说明如下：

- 生成组输出：选中该复选框后，则表示输出多个 NC 程序，它们以程序组进行分割。
- 输出警告消息：选中该复选框后，系统会在 NC 文件所在的目录中产出一个在后处理过程中形成的错误信息。
- 显示详细错误消息：选中该复选框后，则可以显示详细的错误信息。
- 激活审核工具：该功能用于 debugging 后处理。
- 源用户 Tcl 文件：选中该复选框后，则可以在其下的文本框中选择一个 TCL 源程序。

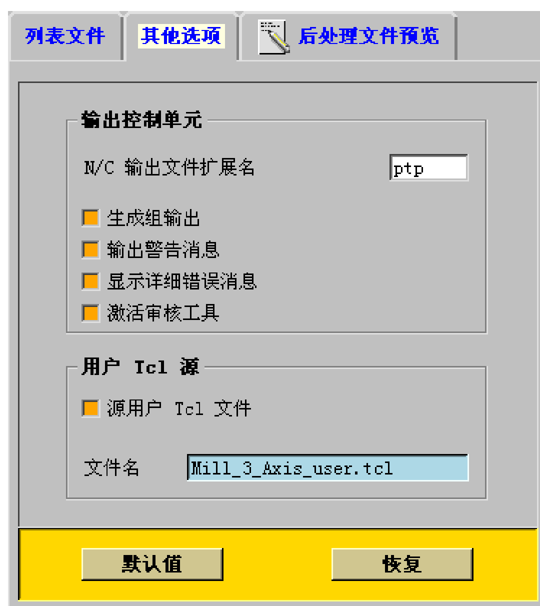


图 9.2.17　“其他选项”选项卡

3. 后处理文件预览选项卡

单击后处理文件预览，进入文件预览选项卡，如图 9.2.18 所示，该选项卡可以在文件保存之前浏览定义文件和事件处理文件。最新改动的文件内容在上侧窗口中显示，旧的在下侧窗口中显示。

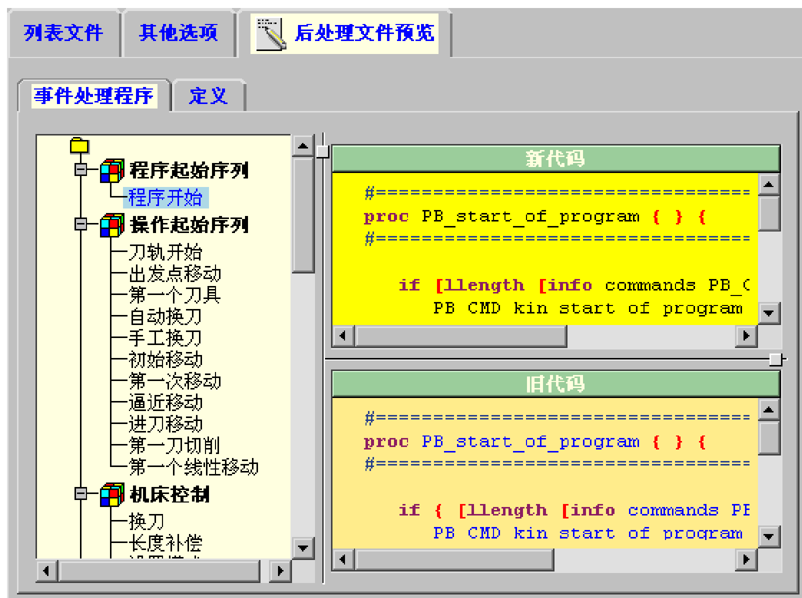


图 9.2.18　“后处理文件预览”选项卡

9.2.7 虚拟 N/C 控制器

单击 虚拟 N/C 控制器，进入“虚拟 N/C 控制器”选项卡，该选项卡可综合仿真与检查，系统会生成另外一个*_vnc.tcl 文件，如图 9.2.19 所示。



图 9.2.19 “虚拟 N/C 控制器”选项卡

9.3 后处理综合范例

本节用一个范例介绍定制后处理的一般步骤，最后用一个模型来验证后处理的正确性。对于目标后处理器的要求为：

1. 铣床的控制系统为：FANUC。
2. 在每一单条程序结尾处将机床主轴 Z 方向回零，主轴停转，冷却关闭，便于检测加工质量。
3. 在每一单段程序前加上相关的程序名称，便于机床操作人员识别。
4. 在每一单段程序结束加工加工时间，便于分析加工效率。
5. 机床的极限行程为 X：1500.0，Y：1500.0，Z：1500.0，其他参数采用系统默认设置。

Task1．进入后处理构造器工作环境

选择下拉菜单开始 → 程序(P) → UGS NX 7.0 → 加工工具 → 后处理构造器命令。

Task2．新建一个后处理器文件

Step1．选择新建命令。进入 NX /后处理构造器后，选择下拉菜单文件 → 新建...命令，系统弹出“新建后处理器”对话框。

Step2．定义后处理名称。在后处理名称文本框输入 My_post。

Step3．定义后处理输入单位。在“新建后处理器”对话框后处理输出单位区域中选择毫米单选项。

Step4．定义机床类型。在“新建后处理器”对话框机床区域中选择铣单选项，在其下面的下拉列表中选择3 轴选项。

Step5．定义机床的控制类型。在“新建后处理器”对话框控制器区域中选择库单选项，然后在其下拉列表中选择fanuc_6M选项。

Step6．单击确定按钮，完成后处理的机床及控制系统的选择，此时系统进入后处理编辑窗口。

Task3．设置机床的行程

在机床选项卡中设置图 9.3.1 所示的参数，其他参数采用系统默认的设置。



图 9.3.1 “机床”选项卡

Task4．设置程序和刀轨

Stage1．定义程序的起始序列

Step1. 选择命令。在后处理器编辑窗口中单击 程序和刀轨 选项卡，结果如图 9.3.2 所示。

Step2. 设置程序开头。在图 9.3.2 中的 程序开始 的分支区域中右击 MOM_set_seq_on 选项，在弹出的快捷菜单中选择 删除 命令。

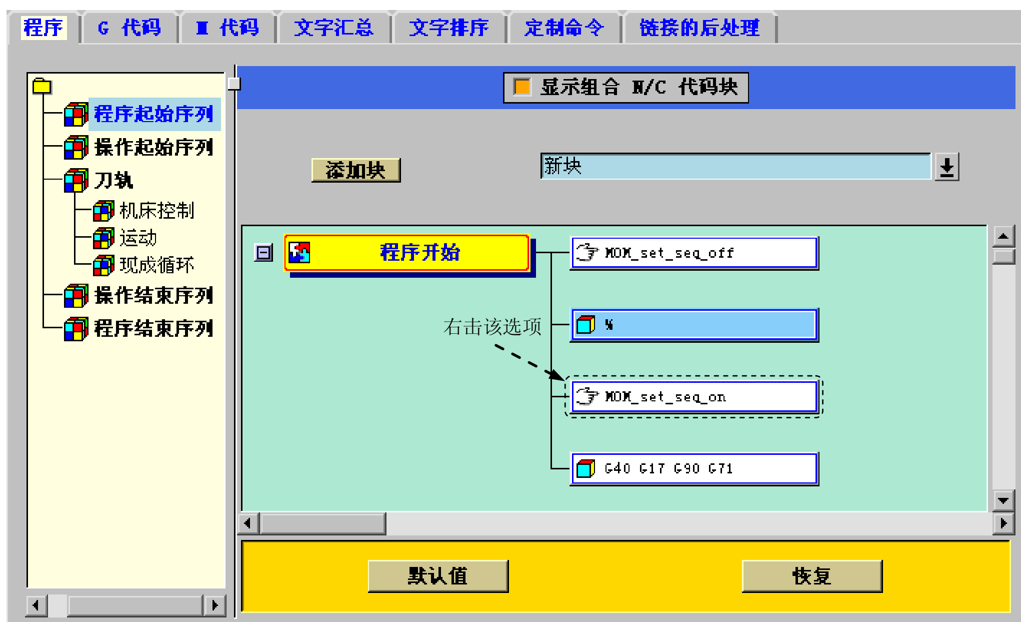


图 9.3.2 “程序和刀轨”选项卡

Step3. 修改程序开头命令。

（1）选择命令。在图 9.3.2 中的 程序开始 分支中单击 G40 G17 G90 G71 选项，此时系统弹出图 9.3.3 所示的“块：absolute_mode”对话框（一）。



图 9.3.3 “块：absolute_mode”对话框（一）

（2）删除 G71。在图 9.3.3 所示的“块：absolute_mode”对话框（一）中右击 G 71 按

钮，在弹出的快捷菜单中选择 删除 命令。

（3）添加 G49。在图 9.3.3 所示的“块：absolute_mode”对话框（一）中单击按钮，在下拉列表中选择 G_adjust ➡ G49-Cancel Tool Len Adjust 命令，然后单击 添加文字 按钮不放，此时会显示出新添加的 G49，然后将其拖动到 G90 后面，系统会自动排序，结果如图 9.3.4 所示。



图 9.3.4　“块：absolute_mode”对话框（二）

（4）添加 G80。在图 9.3.3 所示的“块：absolute_mode”对话框（一）中单击按钮，在下拉列表中选择 G_motion ➡ G80-Cycle Off 命令，然后单击 添加文字 按钮不放，此时会显示出新添加的 G80，然后将其拖动到 G90 后面，系统会自动排序，结果如图 9.3.5 所示。

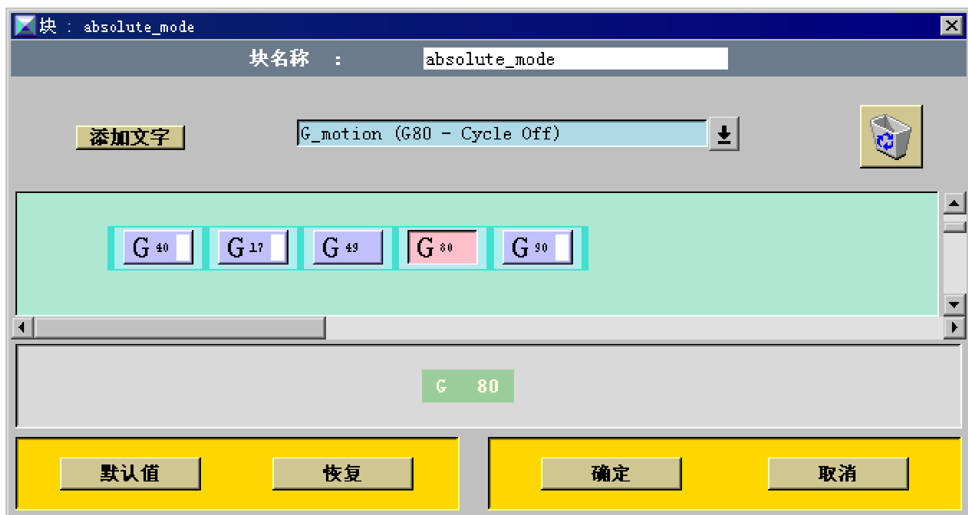


图 9.3.5　“块：absolute_mode”对话框（三）

（5）添加 G 代码中 G_MCS。在图 9.3.3 所示的“块：absolute_mode”对话框（一）中

单击 按钮，在下拉列表中选择 G ▸ ➡ G-MCS Fixture Offset (54 ~ 59) 命令，然后单击 添加文字 按钮不放，此时会显示出新添加的 G 程序，然后将其拖动到 G 90 后面，结果如图 9.3.6 所示。



图 9.3.6 “块： absolute_mode”对话框（四）

Step4. 定义新添加的程序开头程序。

（1）设置 G49 为强制输出。在图 9.3.6 中右击 G 49，在弹出的快捷菜单中选择 强制输出 命令。

（2）设置 G80 为强制输出。在图 9.3.6 中右击 G 80，在弹出的快捷菜单中选择 强制输出 命令。

（3）设置 G 为选择输出。在图 9.3.6 中右击 G，在弹出的快捷菜单中选择 可选 命令。

Step5. 然后在“块：absolute_mode”对话框（四）中单击 确定 按钮，系统返回到“程序”选项卡，如图 9.3.7 所示。



图 9.3.7 “程序”选项卡

Stage2．定义操作的起始序列

Step1．选择命令。在图 9.3.7 所示的“程序”选项卡中单击 操作起始序列 节点，此时系统会显示如图 9.3.8 所示的界面。

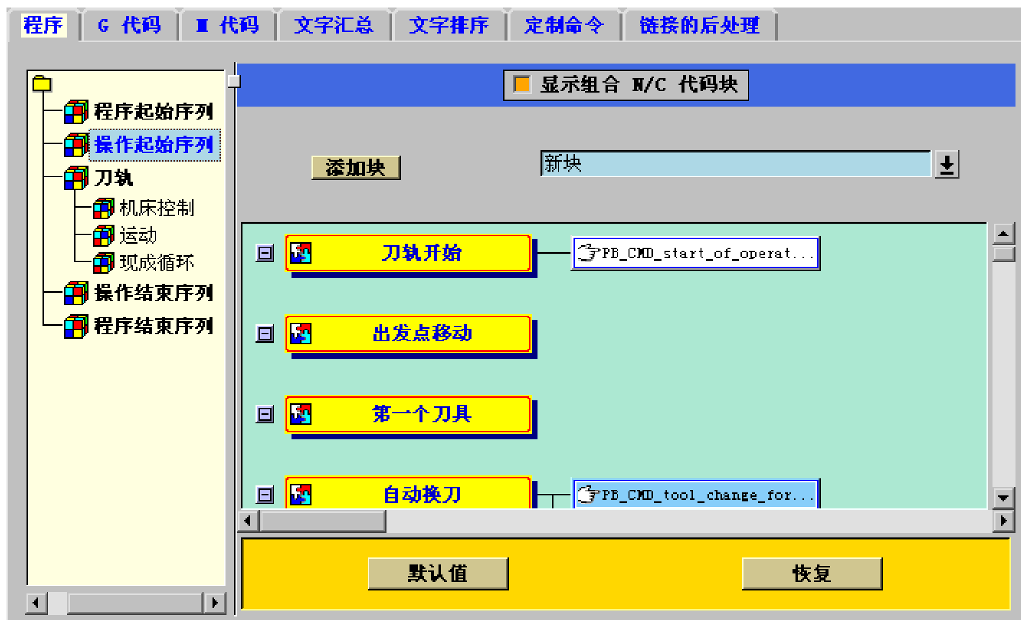


图 9.3.8　“操作起始序列”节点（一）

Step2．添加操作头信息块，显示操作信息。

（1）在图 9.3.8 所示的“操作起始序列”节点（一）中右击 PB_CMD_start_of_operat... 选项，在弹出的快捷菜单中选择 删除 命令。

（2）在图 9.3.8 所示的“操作起始序列”节点（一）中单击 按钮，然后在下拉列表中选择 运算程序消息 命令，然后单击 添加块 按钮不放，此时显示出新添加的 运算程序消息，然后将其拖动到 刀轨开始 后面，此时系统弹出“运算程序消息”对话框。

（3）在“运算程序消息”对话框中输入“$mom_path_name”字符，如图 9.3.9 所示，然后单击 确定 按钮，完成操作的起始序列的定义，结果如图 9.3.10 所示。

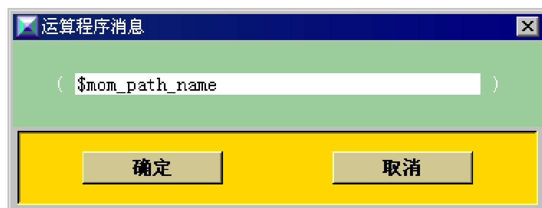


图 9.3.9　“运算程序消息”对话框

Stage3．定义刀轨运动输出格式

Step1. 选择命令。在图 9.3.10 中左侧的组成结构中单击刀轨节点下的运动节点，进入刀轨运动节点界面，如图 9.3.11 所示。

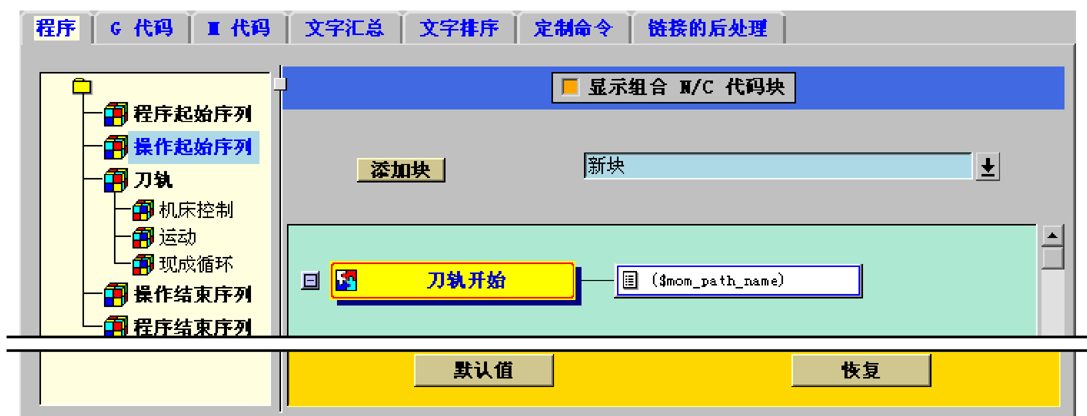


图 9.3.10　“操作起始序列”节点（二）

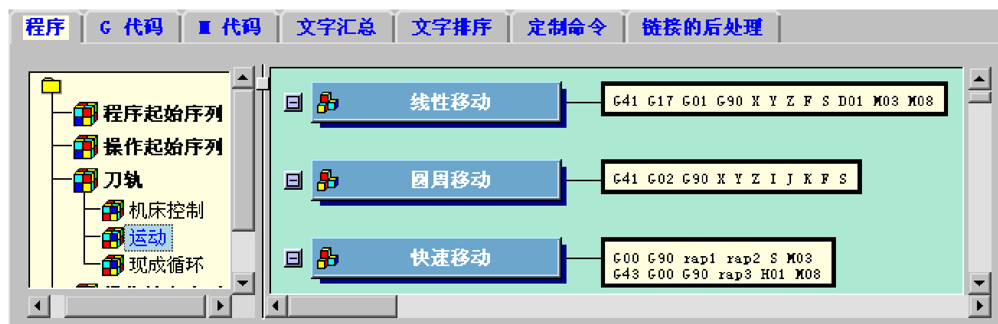


图 9.3.11　“运动”节点（一）

Step2. 修改线性移动。

（1）选择命令。在图 9.3.11 中单击线性移动按钮，此时系统弹出图 9.3.12 所示的“事件：线性移动”对话框。

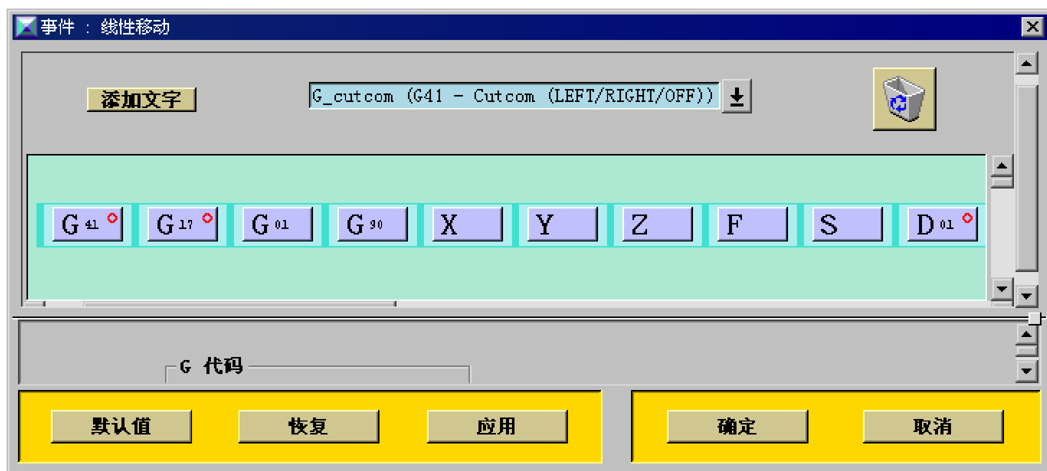


图 9.3.12　“事件：线性移动”对话框

（2）删除 G17。在图 9.3.12 所示的“事件：线性移动”对话框中右击 G17 按钮，在弹出的快捷菜单中选择 删除 命令。

（3）删除 G90。在图 9.3.12 所示的“事件：线性移动”对话框中右击 G90 按钮，在弹出的快捷菜单中选择 删除 命令。

（4）在图 9.3.12 所示的“事件：线性移动”对话框中单击 确定 按钮，完成线性移动的修改，同时系统返回到“运动”节点界面。

Step3. 修改圆周移动。

（1）选择命令。在“运动”节点界面中单击 圆周移动 按钮，此时系统弹出图 9.3.13 所示的“事件：圆周移动”对话框（一）。



图 9.3.13　“事件：圆周移动”对话框（一）

（2）删除 G90。在图 9.3.13 所示的“事件：圆周移动”对话框（一）中右击 G90 按钮，在弹出的快捷菜单中选择 删除 命令。

（3）添加 G17。在图 9.3.13 所示的“事件：圆周移动”对话框（一）中单击 按钮，在下拉列表中选择 G_plane ➡ G17-Arc Plane Code (XY/ZX/YZ) 命令，然后单击 添加文字 按钮不放，此时会显示出新添加的 G17，然后将其拖动到 G02 前面，系统会自动排序。

（4）定义圆形记录方式。在图 9.3.13 所示的“事件：圆周移动”对话框（一）中的 圆形记录 区域中选择 象限 单选项，如图 9.3.14 所示。



图 9.3.14 “事件：圆周移动”对话框（二）

（5）在图 9.3.14 所示的“事件：圆周移动”对话框（二）中单击 确定 按钮，完成圆周移动的修改，同时系统返回到“运动”节点界面。

Step4. 修改快速移动。

（1）选择命令。在“运动”节点界面中单击 快速移动 按钮，此时系统弹出图 9.3.15 所示的“事件：快速移动”对话框。

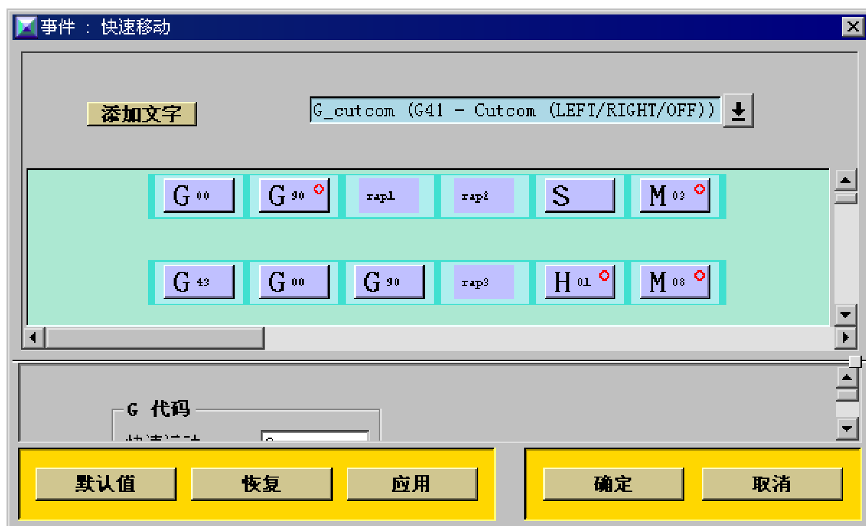


图 9.3.15 “事件：快速移动”对话框

（2）删除 G90（一）。在图 9.3.15 所示的“事件：快速移动”对话框中右击 G90 按钮，在弹出的快捷菜单中选择 删除 命令。

（3）删除 G90（二）。在图 9.3.15 所示的“事件：快速移动”对话框中右击 G90 按钮，

在弹出的快捷菜单中选择删除命令。

（4）在图 9.3.15 所示的“事件：快速移动”对话框中单击确定按钮，完成快速移动的修改，结果如图 9.3.16 所示。

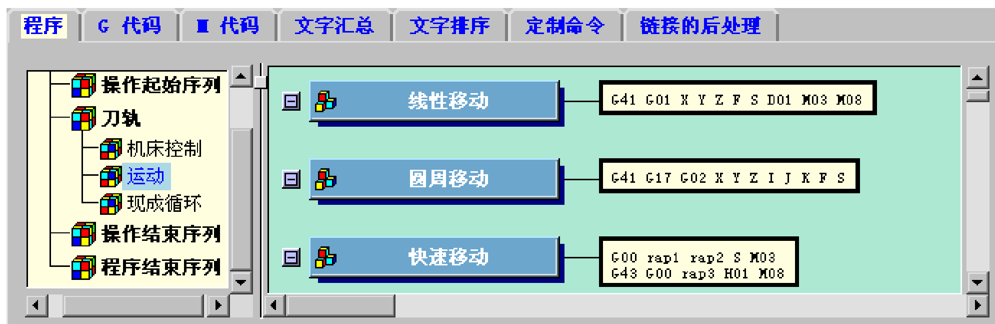


图 9.3.16　“运动”节点（二）

Stage4．定义操作结束序列

Step1．选择命令。在图 9.3.16 中左侧的组成结构中单击操作结束序列节点，进入“操作结束序列”节点界面，如图 9.3.17 所示。



图 9.3.17　“操作结束序列”节点（一）

Step2．添加切削液关闭命令。

（1）选择命令。在图 9.3.17 所示的“操作结束序列”节点（一）对话框中单击添加块按钮不放，此时显示出新添加的新块，然后将其拖动到刀轨结束后面，此时系统弹出图 9.3.18 所示的“块：end_of_path_1”对话框。

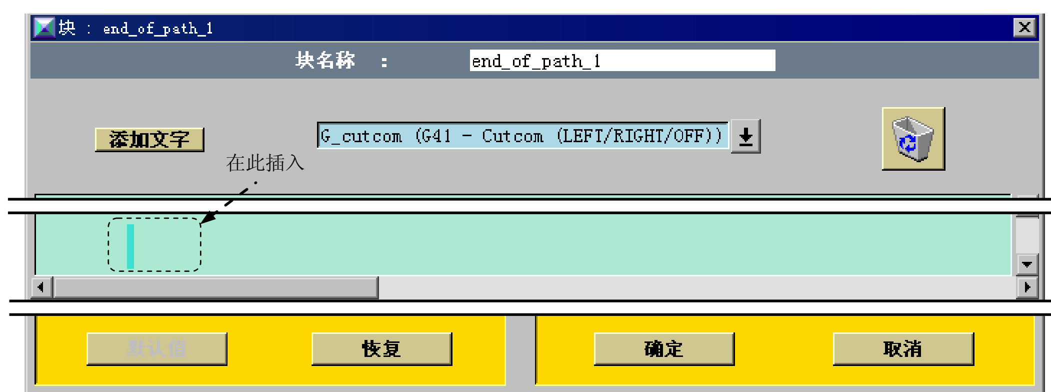


图 9.3.18 “块：end_of_path_1”对话框

（2）添加 M09 辅助功能。在图 9.3.18 所示的“块：end_of_path_1”对话框中单击按钮，在下拉列表中选择 More → M_coolant → M09-Coolant Off 命令，然后单击 添加文字 按钮不放，此时会显示出新添加的 M09 辅助功能，然后将其拖动到图 9.3.18 所示的插入点的位置。

（3）在图 9.3.18 所示的“块：end_of_path_1”对话框中单击 确定 按钮，完成刀轨结束分支处添加块 1 的创建，结果如图 9.3.19 所示。



图 9.3.19 “操作结束序列”节点（二）

Step3. 添加主轴停止。

（1）选择命令。在图 9.319 所示的“操作结束序列”节点（二）对话框中单击 添加块 按钮不放，此时显示出新添加的 新块 ，然后将其拖动到 刀轨结束 后松开鼠标，此时系统弹出“块：end_of_path_2”对话框。

（2）添加 M05 辅助功能。在“块：end_of_path_2”对话框中单击按钮，在下拉列表中选择 More → M_spindle → M05-Spindle Off 命令，然后单击 添加文字 按钮不放，此时会显示出新添加的 M05 辅助功能，然后将其拖动到插入点的位置。

（3）在“块：end_of_path_2”对话框中单击 确定 按钮，完成刀轨结束分支处添

加块 2 的创建，结果如图 9.3.20 所示。



图 9.3.20　“操作结束序列”节点（三）

（4）移动新添加 M05 辅助功能。在图 9.3.20 所示的“操作结束序列”节点（三）对话框中将 M05 拖动至 M09 下部区域松开鼠标，结果如图 9.3.21 所示。



图 9.3.21　“操作结束序列”节点（四）

Step4. 添加可选停止命令。

（1）选择命令。在图 9.3.21 所示的“操作结束序列”节点（四）对话框中单击添加块按钮不放，此时显示出新添加的新块，然后将其拖动到 M05 下方松开鼠标，此时系统弹出“块：end_of_path_3”对话框。

（2）添加 M01 辅助功能。在“块：end_of_path_3”对话框中单击按钮，在下拉列表中选择 More → M → M01-Optional Stop 命令，然后单击添加文字按钮不放，此时会显示出新添加的 M01 辅助功能，然后将其拖动到插入点的位置。

（3）在“块：end_of_path_3”对话框中单击确定按钮，完成刀轨结束分支处添加块 3 的创建，结果如图 9.3.22 所示。



图 9.3.22 “操作结束序列”节点（五）

Step5. 添加回零命令。

（1）选择命令。在图 9.3.22 所示的“操作结束序列”节点（五）中单击 添加块 按钮不放，此时显示出新添加的 新块 ，然后将其拖动到 M05 下方松开鼠标，此时系统弹出“块：end_of_path_4”对话框。

（2）在块 4 中添加 G 程序。

① 添加 G91。在“块：end_of_path_4”对话框中单击 ↓ 按钮，在下拉列表中选择 G_mode → G91-Incremental Mode 命令，然后单击 添加文字 按钮不放，此时会显示出新添加的 G91，然后将其拖动到插入点的位置。

② 添加 G28。在“块：end_of_path_4”对话框中单击 ↓ 按钮，在下拉列表中选择 G → G28-Return Home 命令，然后单击 添加文字 按钮不放，此时会显示出新添加的 G28，然后将其拖动到 G91 后面。

③ 添加 Z0.0。在“块：end_of_path_4”对话框中单击 ↓ 按钮，在下拉列表中选择 Z → Z0.0-Return Home Z 命令，然后单击 添加文字 按钮不放，此时会显示出新添加的 Z0.0，然后将其拖动到 G28 后面。

（3）在“块：end_of_path_4”对话框中单击 确定 按钮，完成刀轨结束分支处添加块 4 的创建，结果如图 9.3.23 所示。

Step6. 定义新添加的块属性。

（1）设置 M09 为强制输出。

① 选择命令。在图 9.3.23 中右击 M09 分支，在弹出的快捷菜单中选择 强制输出 命令，此时系统弹出图 9.3.24 所示的“强制输出一次”对话框。

② 在弹出的“强制输出一次”对话框中选中 ☑ M09 复选框，然后单击 确定 按钮。

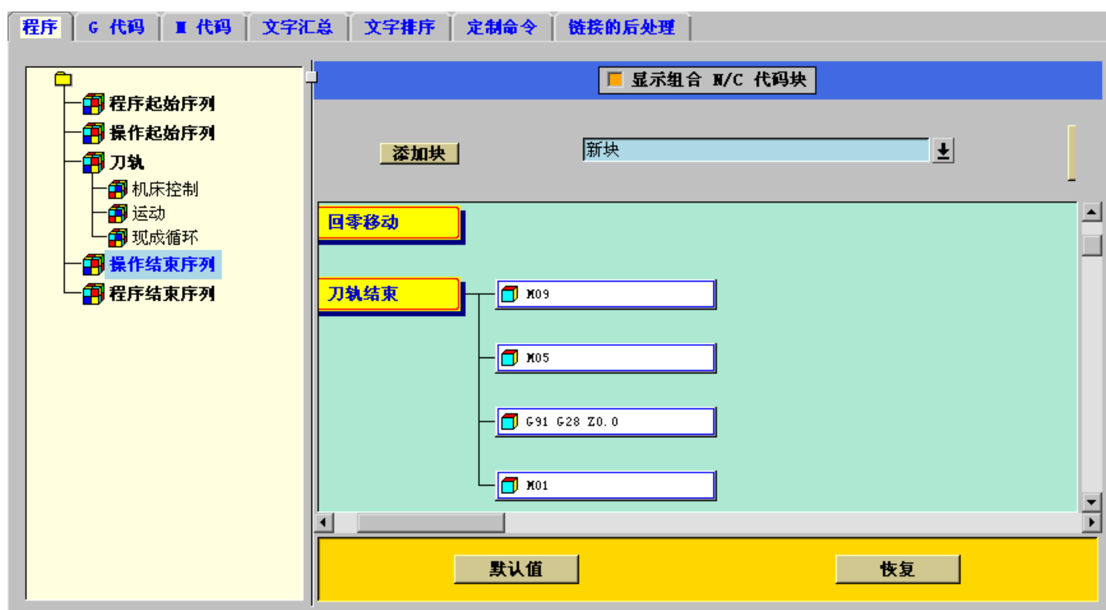


图 9.3.23　“操作结束序列”节点（六）



图 9.3.24　“强制输出一次”对话框

（2）设置 M05 为强制输出。在图 9.3.23 中右击 M05，在弹出的快捷菜单中选择强制输出命令，然后在弹出的“强制输出一次”对话框中选中 M05 复选框，单击确定按钮。

（3）设置 G91 G28 Z0.0 为强制输出。在图 9.3.23 中右击 G91 G28 Z0.0，在弹出的快捷菜单中选择强制输出命令，然后在弹出的“强制输出一次”对话框中分别选中 G91、G28 和 Z0.0 复选框，单击确定按钮。

（4）设置 M01 为强制输出。在图 9.3.23 中右击 M01，在弹出的快捷菜单中选择强制输出命令，然后在弹出的“强制输出一次”对话框中选中 M01 复选框，单击确定按钮。

Stage5．定义程序结束序列

Step1．选择命令。在图 9.3.23 中左侧的组成结构中单击程序结束序列节点，进入“程序结束序列”节点界面，如图 9.3.25 所示。

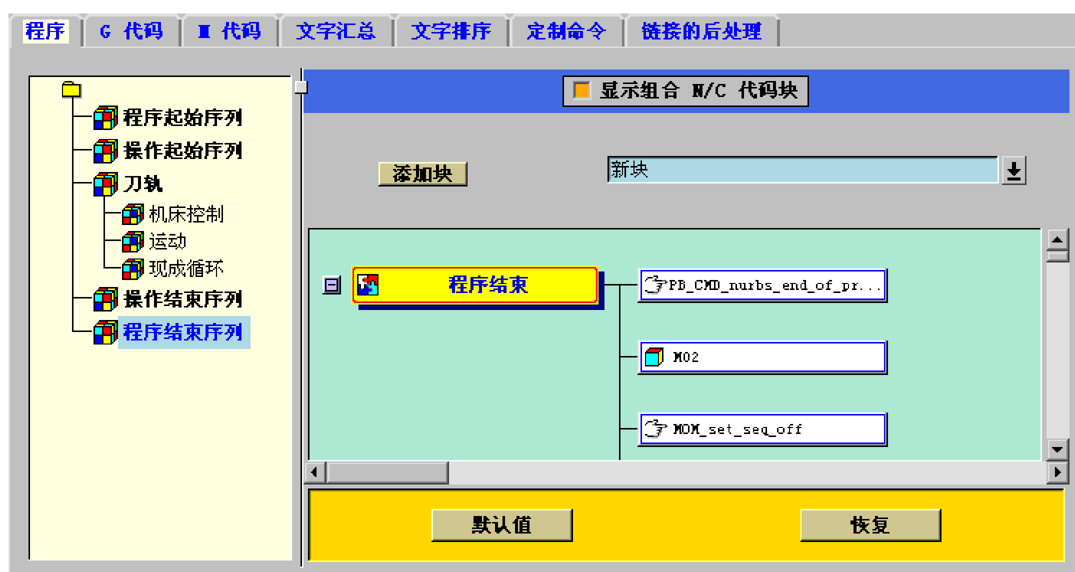


图 9.3.25 “程序结束序列”节点

Step2. 设置程序结束序列。

（1）在图 9.3.25 中的 程序结束 的分支区域中右击 PB_CMD_nurbs_end_of_pr...，在弹出的快捷菜单中选择 删除 命令。

（2）在图 9.3.25 中的 程序结束 的分支区域中右击 MOM_set_seq_off，在弹出的快捷菜单中选择 删除 命令。

Step3. 定制在程序结尾处显示加工时间。

（1）选择命令。在图 9.3.25 中单击 ⬇ 按钮，在下拉列表中选择 定制命令 命令，然后单击 添加块 按钮不放，此时会显示出新添加 定制命令 ，然后将其拖动到 M02 下方，此时系统弹出“定制命令”对话框。

（2）输入代码。在系统弹出“定制命令”对话框中输入“global mom_machine_time MOM_output_literal "; (Total Operation Machine Time:[format "%.2f" $mom_machine_time] min)" ”，结果如图 9.3.26 所示。

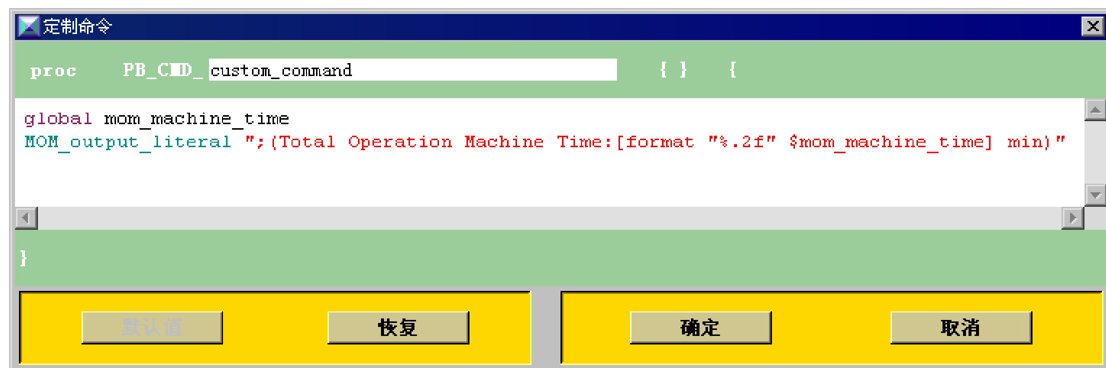


图 9.3.26 “定制命令”对话框

（3）在图 9.3.26 所示的“定制命令”对话框中单击 确定 按钮，系统返回至“程序结束序列”选项卡。

Stage6．定义输出扩展名

Step1．选择命令。在图 9.3.1 所示的“机床”选项卡中单击 输出设置 选项卡，进入输出设置界面，然后单击 其他选项 选项卡，如图 9.3.27 所示。

Step2．设置文件扩展名。在图 9.3.27 中的 N/C 输出文件扩展名 文本框中输入“NC”。

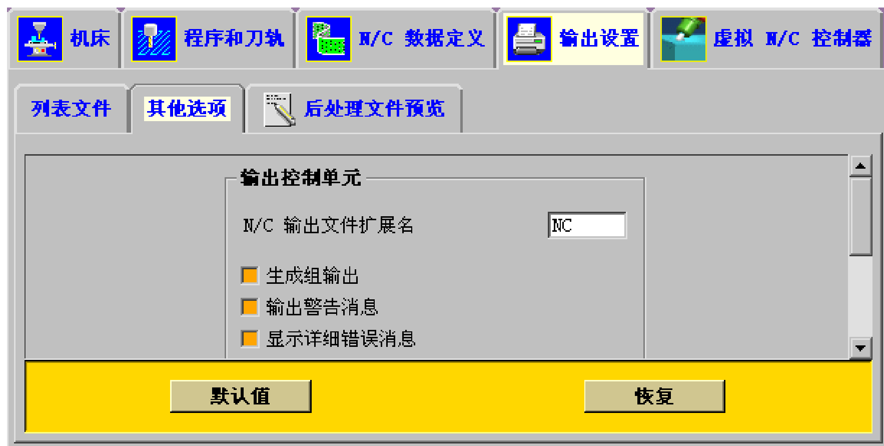


图 9.3.27　“输出设置”选项卡

Stage7．保存后处理文件

Step1．选择命令。在 NX 后处理构造器界面中选择下拉菜单 文件 → 保存 命令，系统弹出图 9.3.28 所示的“选择许可证”对话框。



图 9.3.28　“选择许可证”对话框

Step2．单击 确定 按钮，然后将文件保存到 D:\ugnx7.9\work\ch09\ch09.03，完成后处理的创建。

Stage8．验证后处理文件。

Step1．启动 UG NX7.0，并打开文件 D:\ugnx7.9\work\ch09\ch09.03\ pocketing.prt。

Step2．对程序进行后处理。

（1）将操作导航器调整到程序顺序视图，如图 9.3.29 所示，选中 CAVITY_MILL 节点，然后单击“操作”工具栏中的“后处理”按钮，系统弹出图 9.3.30 所示的“后处理”对话框。

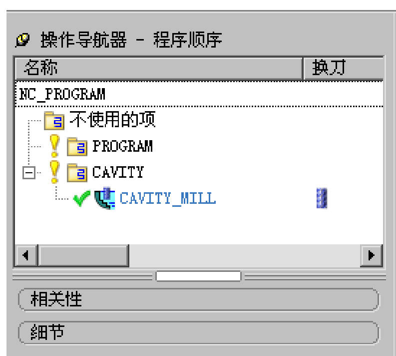


图 9.3.29 程序顺序视图

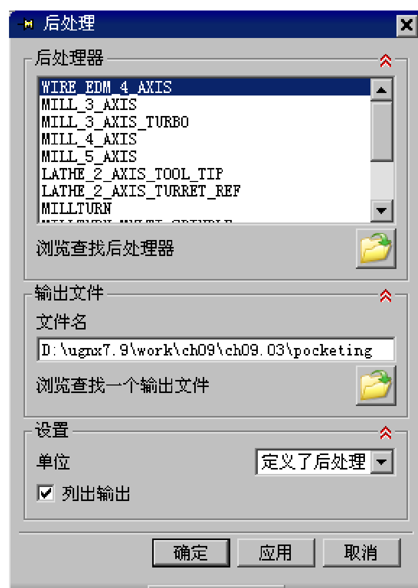


图 9.3.30 “后处理”对话框

（2）单击“后处理”对话框中的“浏览查找后处理器”按钮，系统弹出“打开后处理器”对话框，选择 Stage6 中保存的后处理文件“My_post.pui”，然后单击 OK 按钮，系统返回到“后处理”对话框。

（3）单击“后处理”对话框中的 确定 按钮，系统弹出“信息”对话框，并在模型文件所在的文件夹中生成一个名为“pocketing.NC”的文件，此文件即后处理完成的程序代码文件。

Step3. 验证程序。用记事本打开程序文件“pocketing.NC”，可以看到后处理过的程序开头和结尾处增加了新的代码，并在程序尾显示加工时间，如图 9.3.31 所示。

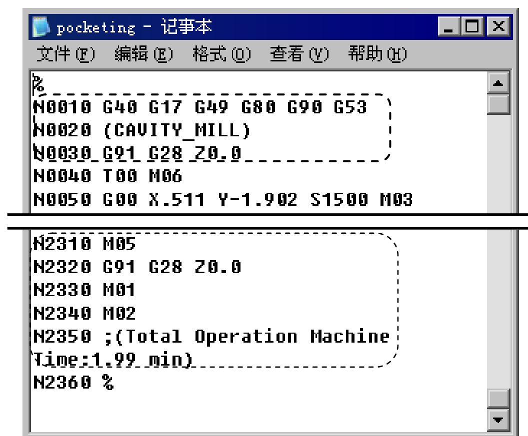


图 9.3.31 NC 程序

第 10 章　综 合 范 例

本章提要　本章列举了三个综合范例，吹风机凸模加工、塑料壳凹模加工和面板凸模的加工。从这几个范例中可以看出，对于一些复杂零件的数控加工，零件模型加工工序的安排是至关重要的。在学习本章后，希望读者能够了解一些对于复杂零件采用多工序加工的方法及设置，熟练地运用 UG NX 7.0 加工中的各种方法。

10.1　吹风机凸模加工

本范例讲述的是吹风机凸模加工工艺，对于模具的加工来说，除了要安排合理的工序外，同时应该特别注意模具的材料和加工精度。在创建操作时，要设置好每次切削的余量，另外要注意刀轨参数设置是否正确，以免影响零件的精度。下面以吹风机凸模为例介绍模具零件的一般加工方法，该零件的加工工艺路线如图 10.1.1 和图 10.1.2 所示。

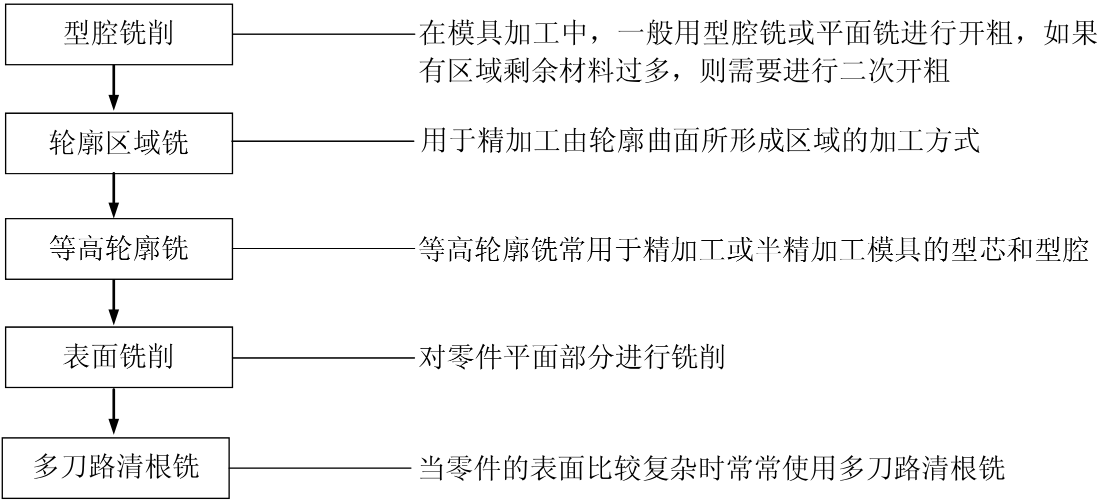


图 10.1.1　加工工艺路线（一）

Task1．打开模型文件并进入加工模块

Step1．打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch10\ch10.01\blower_mold.prt。

Step2．进入加工环境。选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，设置初始加工环境为 mill_contour 选项。

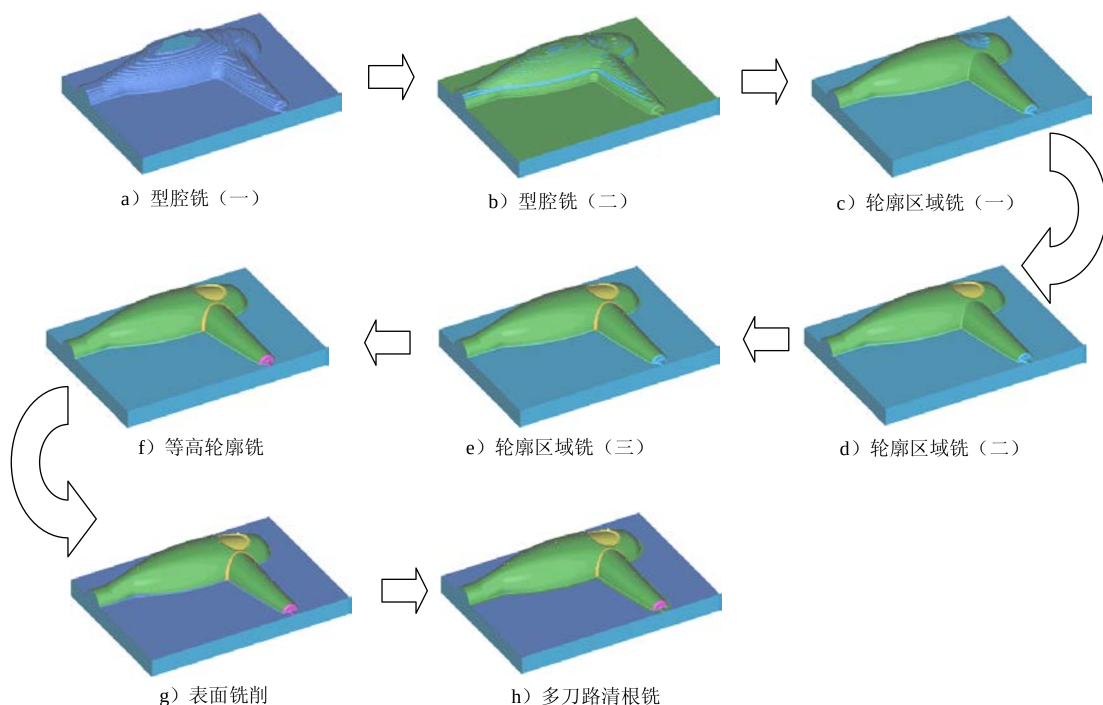


图 10.1.2 加工工艺路线（二）

Task2．创建几何体

Stage1．创建机床坐标系

Step1．将操作导航器调整到几何视图，双击坐标系节点 MCS_MILL，系统弹出“Mill Orient”对话框，在“Mill Orient”对话框的机床坐标系选项区域中单击“CSYS 会话”按钮，系统弹出“CSYS”对话框。

Step2．在模型中选取图 10.1.3 所示的顶点，此时机床坐标原点移动至该顶点，然后将机床坐标系绕 XM 轴旋转-90°，绕 ZM 轴旋转-90°。

Step3．单击“CSYS”对话框 操控器 区域中的“点对话框”按钮，系统弹出“点”对话框，在“点”对话框的 YC 文本框中输入值 47.0，单击 确定 按钮，此时系统返回至“CSYS”对话框，在该对话框中单击 确定 按钮，完成图 10.1.3 所示机床坐标系的创建。

Stage2．创建安全平面

Step1．在“Mill Orient”对话框 间隙 区域 安全设置选项 下拉列表中选择 平面 选项，单击“指定安全平面”按钮，系统弹出“平面构造器”对话框。

Step2．选取图 10.1.4 所示的平面，在 偏置 文本框中输入值 55.0，单击 确定 按钮，系统返回到“Mill Orient”对话框，完成图 10.1.4 所示安全平面的创建。

Step3. 单击“Mill Orient”对话框中的确定按钮。

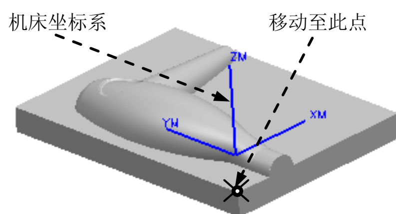


图 10.1.3　创建机床坐标系

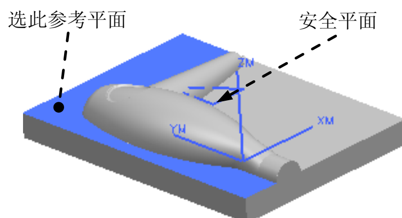


图 10.1.4　创建安全平面

Stage3. 创建部件几何体

Step1. 在操作导航器中双击 MCS_MILL 节点下的 WORKPIECE，系统弹出“铣削几何体”对话框。

Step2. 选取部件几何体。在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“部件几何体”对话框。

Step3. 在“部件几何体”对话框中选择 几何体 单选项，单击 全选 按钮，则选取了整个零件为部件几何体，如图 10.1.5 所示。

Step4. 在“部件几何体”对话框中单击确定按钮，完成部件几何体的创建，同时系统返回到“铣削几何体”对话框。

Stage4. 创建毛坯几何体

Step1. 在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“毛坯几何体”对话框。

Step2. 在“毛坯几何体”对话框中选择 自动块 单选项，在“毛坯几何体”对话框 ZM+ 文本框中输入值 1.0，图形区中显示图 10.1.6 所示的毛坯几何体。

Step3. 单击“毛坯几何体”对话框中的确定按钮，系统返回到“铣削几何体”对话框。

Step4. 单击“铣削几何体”对话框中的确定按钮。

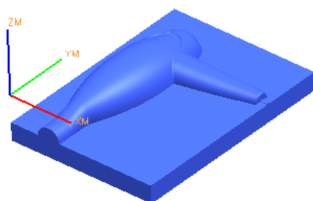


图 10.1.5　部件几何体

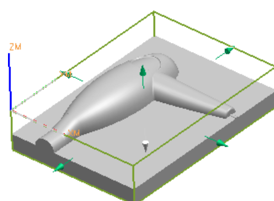


图 10.1.6　毛坯几何体

Task3. 创建刀具

Stage1. 创建刀具（一）

Step1. 将操作导航器调整到机床视图。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出“创建刀具”对话框。

Step3. 在“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 刀具子类型 区域中单击“MILL”按钮，在 位置 区域的 刀具 下拉列表中选择 GENERIC_MACHINE 选项，在 名称 文本框中输入 D20R2，然后单击 确定 按钮，系统弹出“铣刀-5 参数”对话框。

Step4. 系统弹出“铣刀-5 参数”对话框，在 (D) 直径 文本框中输入值 20.0，在 (R1) 底圆角半径 文本框中输入值 2.0，在 刀具号 文本框中输入值 1，其他参数采用系统默认设置，单击 确定 按钮，完成刀具的创建。

Stage2. 创建刀具（二）

设置刀具类型为 mill_contour 选项，刀具子类型 单击选择“MILL”按钮，刀具名称为 D12R1，刀具 (D) 直径 为 12.0，刀具 (R1) 底圆角半径 为 1.0，刀具号 为 2；具体操作方法参照 Stage1。

Stage3. 创建刀具（三）

设置刀具类型为 mill_contour 选项，刀具子类型 单击选择“MILL”按钮，刀具名称为 D6R1，刀具 (D) 直径 为 6.0，刀具 (R1) 底圆角半径 为 1.0，刀具号 为 3。

Stage4. 创建刀具（四）

设置刀具类型为 mill_contour 选项，刀具子类型 单击选择“MILL”按钮，刀具名称为 D2R0.5，刀具 (D) 直径 为 2.0，刀具 (R1) 底圆角半径 为 0.5，刀具号 为 4。

Stage5. 创建刀具（五）

设置刀具类型为 mill_contour 选项，刀具子类型 单击选择“MILL”按钮，刀具名称为 D2R0，刀具 (D) 直径 为 2.0，刀具 (R1) 底圆角半径 为 0.0，刀具号 为 5。

Stage6. 创建刀具（六）

设置刀具类型为 mill_contour 选项，刀具子类型 单击选择“BALL_MILL”按钮，刀具名称为 B6，刀具 (D) 直径 为 6.0，刀具号 为 6。

Task4. 创建型腔铣操作（一）

说明：本步骤是为了粗加工毛坯，应选用直径较大的铣刀。创建操作时应注意优化刀轨，减少不必要的抬刀和移刀，并设置较大的每刀切削深度值，提高开粗效率。另外还需要留有一定余量用于半精加工和精加工。

Stage1. 创建操作

Step1. 将操作导航器调整到程序顺序视图。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 操作子类型 区域中单击“CAVITY_MILL”按钮，在 程序 下拉列表中选择 NC PROGRAM 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在 刀具 下拉列表中选择前面设置的刀具 D20R2 (Milling Tool-5 Parameters) 选项，在 方法 下拉列表中选择 MILL ROUGH 选项，使用系统默认的名称。

Step3. 单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出“型腔铣”对话框。

Stage2．设置一般参数

在“型腔铣”对话框 切削模式 下拉列表中选择 跟随周边 选项，在 步距 下拉列表中选择 % 刀具平直 选项，在 平面直径百分比 文本框中输入值 50.0，在 全局每刀深度 文本框中输入值 3.0。

Stage3．设置切削参数

Step1. 在 刀轨设置 区域中单击“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中单击 策略 选项卡，在 切削顺序 下拉列表框中选择 深度优先 选项，其他参数采用系统默认设置。

Step3. 在“切削参数”对话框中单击 余量 选项卡，在 部件侧面余量 文本框中输入值 0.5，其他参数采用系统默认设置。

Step4. 在“切削参数”对话框中单击 拐角 选项卡，在 光顺 下拉列表中选择 所有刀路 选项。

Step5. 单击“切削参数”对话框中的 确定 按钮，系统返回到“型腔铣”对话框。

Stage4．设置非切削移动参数。

Step1. 在“型腔铣”对话框中单击“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2. 单击“非切削移动”对话框中的 传递/快速 选项卡，参数设置如图 10.1.7 所示。

Step3. 单击“非切削移动”对话框中的 确定 按钮，完成非切削移动参数的设置，系统返回到“型腔铣”对话框。

Stage5．设置进给和速度

Step1. 在“型腔铣”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 选中“进给和速度”对话框 主轴速度 区域中的 ☑ 主轴速度 (rpm) 复选框，在其后的文本框中输入值 800.0，在 进给率 区域的 剪切 文本框中输入值 125.0，其他参数采用系统默认设置值。

Step3. 单击 确定 按钮，完成进给和速度的设置，系统返回“型腔铣”操作对话框。

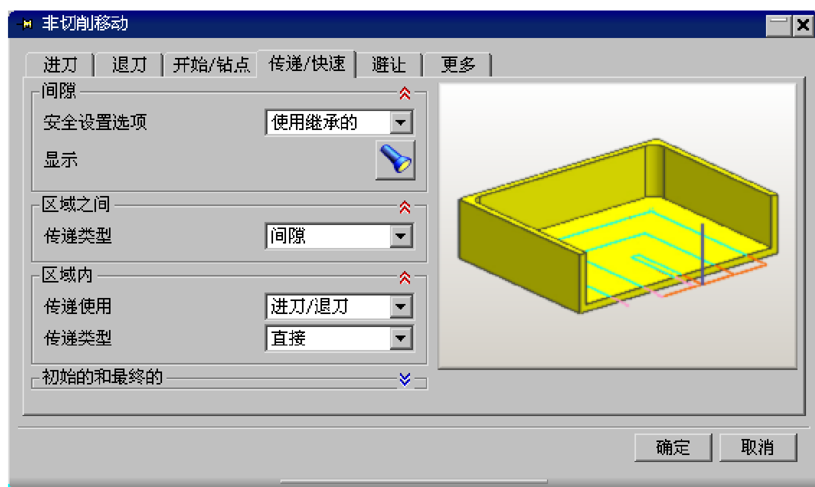


图 10.1.7 “传递/快递”选项卡

Stage6. 生成的刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.1.8 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.1.9 所示。

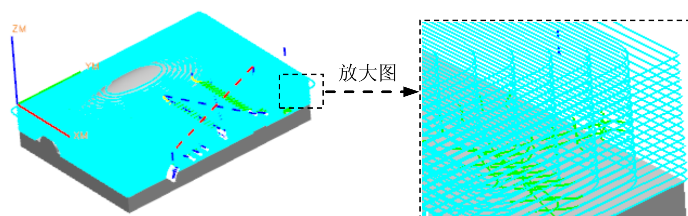


图 10.1.8 刀路轨迹

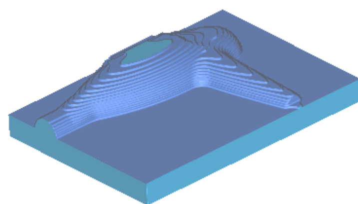


图 10.1.9 2D 动态仿真结果

Task5. 创建型腔铣操作（二）

说明：本步骤是继承上一步操作的 IPW 对毛坯进行二次开粗。创建操作时应选用直径较小的端铣刀，并置较小的每刀切削深度值，以保证更多区域能被加工到。

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 操作子类型 区域中单击“CAVITY_MILL”按钮，在 程序 下拉列表中选择 NC_PROGRAM 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在 刀具 下拉列表中选择刀具 D12R1 (Milling Tool-5 Parameters) 选项，在 方法 下拉列表中选择 MILL_SEMI_FINISH 选项，使用系统默认的名称“CAVITY_MILL_1”。

Step2. 单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出“型腔铣”对话框。

Stage2. 设置一般参数

在“型腔铣”对话框 切削模式 下拉列表中选择 跟随周边 选项，在 步距 下拉列表中选择 % 刀具平直 选项，在 平面直径百分比 文本框中输入值 30.0，在 全局每刀深度 文本框中输入值 1.2。

Stage3. 设置切削参数

Step1. 在 刀轨设置 区域中单击“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中单击 策略 选项卡，在 切削顺序 下拉列表框中选择 深度优先 选项，其他参数采用系统默认设置。

Step3. 在“切削参数”对话框中单击 拐角 选项卡，在 光顺 下拉列表中选择 所有刀路 选项。

Step4 在“切削参数”对话框中单击 空间范围 选项卡，设置参数如图 10.1.10 所示。

Step5. 单击“切削参数”对话框中的 确定 按钮，系统返回到“型腔铣”对话框。

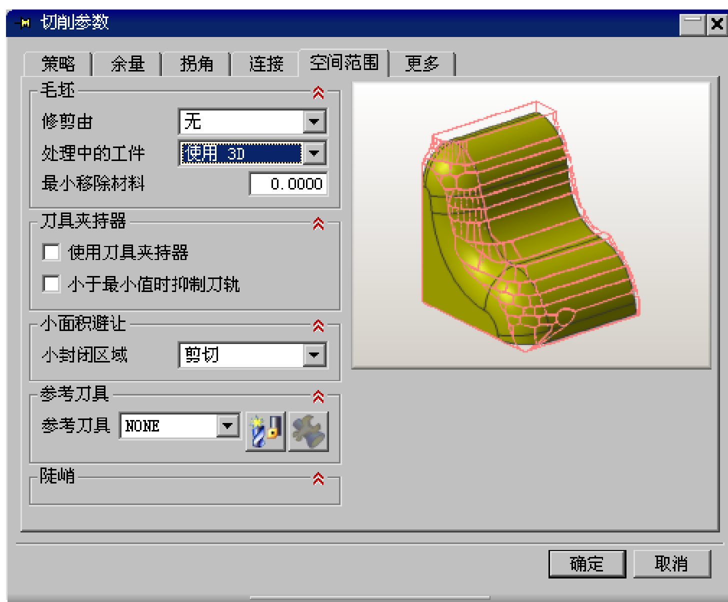


图 10.1.10　“切削参数”对话框

Stage4. 设置非切削移动参数。

Step1. 在“型腔铣”对话框中单击“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2. 单击“非切削移动”对话框中的 传递/快速 选项卡，在 区域内 的 传递类型 下拉列表中选择 直接 选项。

Step3. 单击“非切削移动”对话框中的 确定 按钮完成非切削移动参数的设置，系统返回到“型腔铣”对话框。

Stage5．设置进给和速度

Step1．在“型腔铣”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．选中“进给和速度”对话框主轴速度区域中的☑ 主轴速度 (rpm)复选框，在其后的文本框中输入值 1250.0，在进给率区域的剪切文本框中输入值 400.0，其他参数采用系统默认设置值。

Step3．单击确定按钮，完成进给和速度的设置，系统返回“型腔铣”操作对话框。

Stage6．生成的刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.1.11 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.1.12 所示。

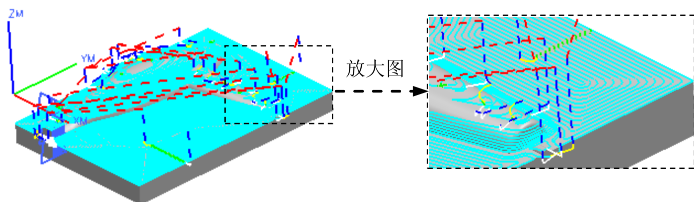


图 10.1.11 刀路轨迹

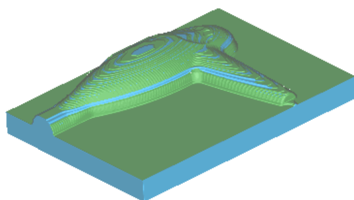


图 10.1.12 2D 动态仿真结果

Task6．创建轮廓区域铣（一）

说明：本步操作是为了精加工模具零件中的大曲面部分。创建操作时应选用球头铣刀，指定切削区域并设置正确的区域铣削驱动参数。

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单插入(S) → 操作(E)...命令，在“创建操作”对话框类型下拉列表中选择mill_contour选项，在操作子类型区域中单击“CONTOUR_AREA”按钮，在程序下拉列表中选择NC_PROGRAM选项，在刀具下拉列表中选择B6 (Milling Tool-Ball Mill)选项，在几何体下拉列表中选择WORKPIECE选项，在方法下拉列表中选择MILL_FINISH选项，使用系统默认的名称“CONTOUR_AREA”。

Step2．单击“创建操作”对话框中的确定按钮，系统弹出“轮廓区域”对话框。

Stage2．指定切削区域

Step1．在几何体区域中单击“选择或编辑切削区域几何体”按钮，系统弹出“切削区域”对话框。

Step2．选取图 10.1.13 所示的面为切削区域，在“切削区域”对话框中单击确定按钮，完成切削区域的创建，同时系统返回到“轮廓区域”对话框。

Stage3．设置驱动方式

Step1．在“轮廓区域”对话框驱动方法区域的下列表中选择区域铣削选项，系统弹出“区域铣削驱动方式”对话框（或单击驱动方法区域的“编辑”按钮）。

Step2．在“区域铣削驱动方法”对话框中设置图 10.1.14 所示的参数，然后单击确定按钮，系统返回到“轮廓区域”对话框。

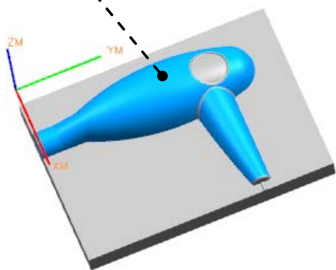


图 10.1.13　指定切削区域

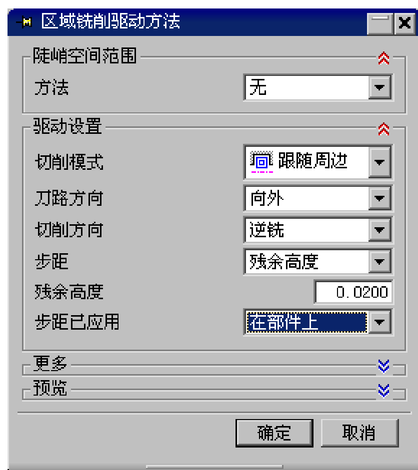


图 10.1.14　“区域铣削驱动方式”对话框

Stage4．设置刀轴

刀轴选择系统默认的+ZM 轴。

Stage5．设置切削参数

Step1．单击“轮廓区域”对话框中的“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2．在“切削参数”对话框中单击策略选项卡，设置图 10.1.15 所示的参数。

Step3．单击“切削参数”对话框中的确定按钮，完成切削参数的设置，系统返回到“轮廓区域”对话框。

Stage6．设置非切削移动参数。

采用系统默认的非切削移动参数。

Stage7．设置进给和速度

Step1．在“轮廓区域”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．选中“进给和速度”对话框主轴速度区域中的☑ 主轴速度 (rpm)复选框，在其后的文

本框中输入值 2000.0，在进给率区域的剪切文本框中输入值 800.0，其他参数采用系统默认设置值。

Step3. 单击确定按钮，完成进给和速度的设置，系统返回“轮廓区域”对话框。

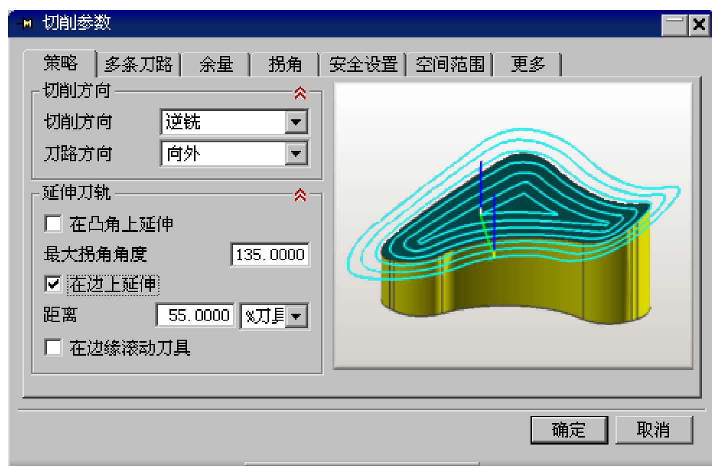


图 10.1.15 “切削参数”对话框

Stage8. 生成的刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.1.16 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.1.17 所示。

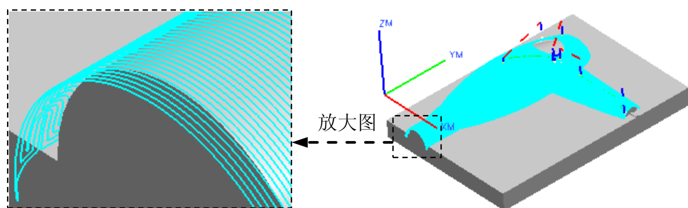


图 10.1.16 刀路轨迹

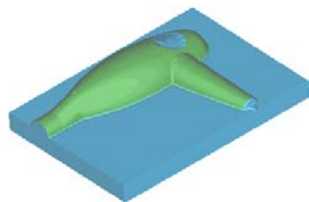


图 10.1.17 2D 动态仿真结果

Task7. 创建轮廓区域铣（二）

说明：本步操作是为了精加工模具零件中的凹坑部分。在设置区域铣削驱动参数时要注意根据加工面的形状选择最合适的切削模式。

Stage1. 创建操作

Step1. 复制固定轮廓区域铣操作。在图 10.1.18 所示的操作导航器的程序顺序视图中右击 CONTOUR_AREA 节点，在弹出的快捷菜单中选择复制命令，然后右击 NC_PROGRAM 节点，在弹出的快捷菜单中选择内部粘贴命令，此时操作导航器界面如图 10.1.19 所示。



图 10.1.18　操作导航器界面（一）



图 10.1.19　操作导航器界面（二）

Step2. 双击 CONTOUR_AREA_COPY 节点，系统弹出“轮廓区域”对话框。

Stage2. 指定切削区域

Step1. 在 几何体 区域中单击“选择或编辑切削区域几何体”按钮，系统弹出“切削区域”对话框。

Step2. 单击“切削区域”对话框中的 全重选 按钮，然后在系统弹出的“重新选择”对话框中单击 确定(O) 按钮。

Step3. 选取图 10.1.20 所示的面为切削区域，在“切削区域”对话框中单击 确定 按钮，完成切削区域的创建，同时系统返回到“轮廓区域”对话框。

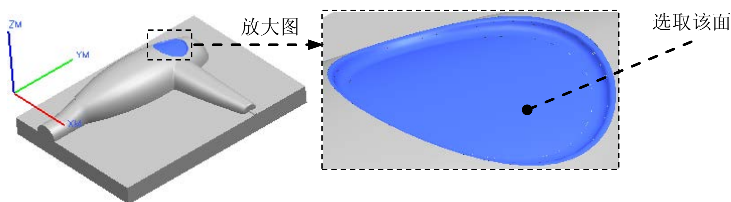


图 10.1.20　指定切削区域

Stage3. 设置刀具

在“轮廓区域”对话框 刀具 下拉列表中选择刀具 D2R0.5 (Milling Tool-5 Parameters) 选项，如图 10.1.21 所示。

Stage4. 设置驱动方式

Step1. 在“轮廓区域”对话框中单击 驱动方法 区域的“编辑”按钮，系统弹出“区域铣削驱动方式”对话框。

Step2. 在“区域铣削驱动方法”对话框中设置图 10.1.22 所示的参数，然后单击 确定 按钮，系统返回到“轮廓区域”对话框。

Stage5. 设置刀轴

刀轴选择系统默认的 +ZM 轴。



图 10.1.21 “轮廓区域”对话框



图 10.1.22 “区域铣削驱动方法”对话框

Stage6．设置切削参数

Step1. 单击“轮廓区域”对话框中的“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中单击 策略 选项卡，选中 延伸刀轨 区域中的 ☑ 在边上延伸 复选框，在 距离 文本框中输入值 35.0，选择单位为 %刀具。

Step3. 单击“切削参数”对话框中的 确定 按钮，完成切削参数的设置，系统返回到“轮廓区域”对话框。

Stage7．设置非切削移动参数。

采用系统默认的非切削移动参数设置。

Stage8．设置进给和速度

采用系统默认的进给和速度设置。

说明：由于固定轮廓区域铣（二）是通过复制固定轮廓区域铣（一）创建的，包含了固定轮廓区域铣（一）中的非切削移动参数及进给和速度设置，所以不需要重新设置。

Stage9．生成的刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.1.23 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.1.24 所示。

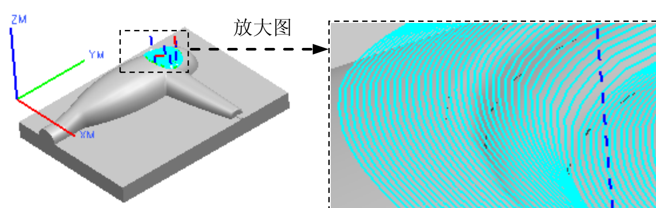


图 10.1.23　刀路轨迹

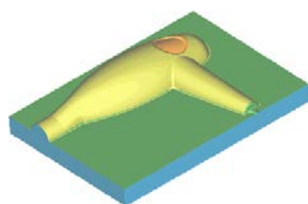


图 10.1.24　2D 动态仿真结果

Task8．创建轮廓区域铣（三）

Stage1．创建操作

Step1．复制固定轮廓区域铣操作。在操作导航器的程序顺序视图中右击 CONTOUR_AREA 节点，在弹出的快捷菜单中选择 复制 命令，然后右击 NC_PROGRAM 节点，在弹出的快捷菜单中选择 内部粘贴 命令。

Step2．双击 CONTOUR_AREA_COPY_1 节点，系统弹出“轮廓区域”对话框。

Stage2．指定切削区域

Step1．在 几何体 区域中单击“选择或编辑切削区域几何体”按钮，系统弹出“切削区域”对话框。

Step2．单击“切削区域”对话框中的 全重选 按钮，然后在系统弹出的“重新选择”对话框中单击 确定(O) 按钮。

Step3．选取图 10.1.25 所示的面为切削区域，在“切削区域”对话框中单击 确定 按钮，完成切削区域的创建，同时系统返回到“轮廓区域”对话框。

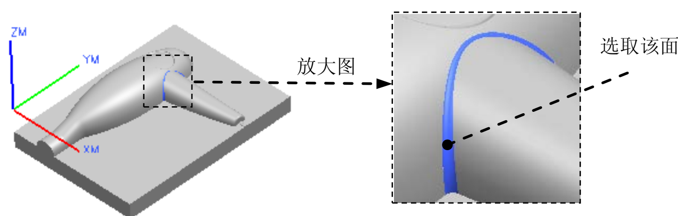


图 10.1.25　指定切削区域

Stage3．设置刀具

在“轮廓区域”对话框 刀具 下拉列表中选择刀具 D2R0.5 (Milling Tool-5 Parameters) 选项。

Stage4．设置驱动方式

Step1．在“轮廓区域”对话框中单击 驱动方法 区域的“编辑”按钮，系统弹出“区域铣削驱动方式”对话框。

Step2. 在“区域铣削驱动方法”对话框中设置图 10.1.26 所示的参数，然后单击 确定 按钮，系统返回到“轮廓区域”对话框。

Stage5. 设置切削参数和非切削移动参数

切削参数和非切削移动参数均采用系统默认设置。

Stage6. 生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.1.27 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.1.28 所示。



图 10.1.26 “区域铣削驱动方式”对话框

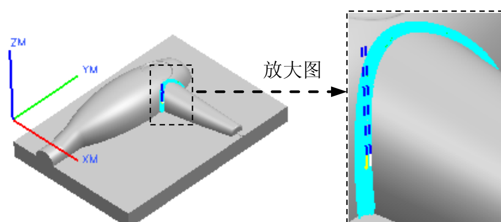


图 10.1.27 刀路轨迹

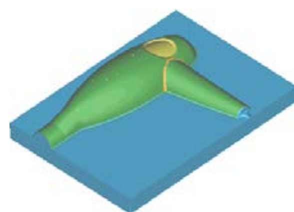


图 10.1.28 2D 动态仿真结果

Task9. 创建深度加工轮廓铣操作

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，在“创建操作”对话框中 类型 下拉菜单中选择 mill_contour 选项，在 操作子类型 区域中单击“ZLEVEL_PROFILE”按钮，在 程序 下拉列表中选择 NC_PROGRAM 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在 刀具 下拉列表中选择刀具 D2R0.5 (Milling Tool-5 Parameters) 选项，在 方法 下拉列表中选择 MILL_FINISH 选项，使用系统默认的名称。

Step2. 单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出“深度加工轮廓”对话框。

Stage2. 指定切削区域

Step1. 在“深度加工轮廓”对话框 几何体 区域中单击 指定切削区域 右侧的按钮，系统弹出“切削区域”对话框。

Step2. 在图形区中选取图 10.1.29 所示的面为切削区域，然后单击“切削区域”对话框

中的确定按钮，系统返回到“深度加工轮廓”对话框。

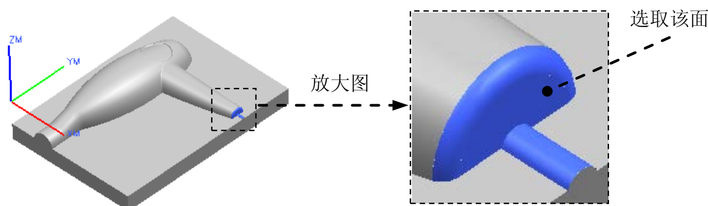


图 10.1.29　指定切削区域

Stage3．设置一般参数

在“深度加工轮廓”对话框合并距离文本框中输入值 3.0，在最小切削深度文本框中输入值 0.3，在全局每刀深度文本框中输入值 0.3。

Stage4．设置切削参数

Step1．单击“深度加工轮廓”对话框中的“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2．在“切削参数”对话框中单击策略选项卡，选中延伸刀轨区域中的☑在边上延伸复选框，在距离文本框中输入值 20.0，选择单位为%刀具。

Step3．在“切削参数”对话框中单击拐角选项卡，在光顺下拉列表中选择所有刀路选项。

Step4．在“切削参数”对话框中单击连接选项卡，设置图 10.1.30 所示的参数。

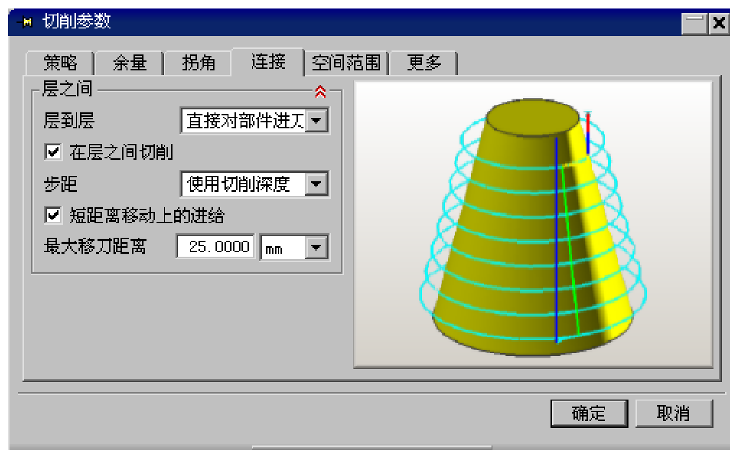


图 10.1.30　“连接”选项卡

Step5．单击“切削参数”对话框中的确定按钮，完成切削参数的设置，系统返回到“深度加工轮廓”对话框。

Stage5．设置非切削移动参数

Step1. 单击“深度加工轮廓”对话框中的“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2. 单击“非切削移动”对话框中的传递/快速选项卡，设置图 10.1.31 所示的参数。

Step3. 单击“非切削移动”对话框中的确定按钮，完成非切削移动参数的设置，系统返回到“深度加工轮廓”对话框。

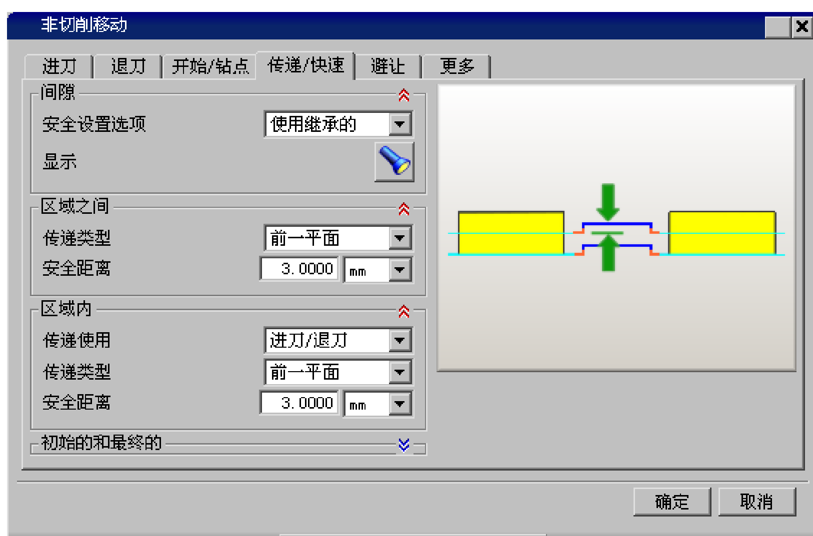


图 10.1.31 “传递/快速”选项卡

Stage6. 设置进给和速度

Step1. 在“深度加工轮廓”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 选中“进给和速度”对话框主轴速度区域中的☑ 主轴速度 (rpm)复选框，在其后的文本框中输入值 1200.0，在进给率区域的剪切文本框中输入值 800.0，在进刀文本框中输入值 200.0，其他参数采用系统默认设置值。

Step3. 单击确定按钮，完成进给和速度的设置，系统返回“深度加工轮廓”对话框。

Stage7. 生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.1.32 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.1.33 所示。

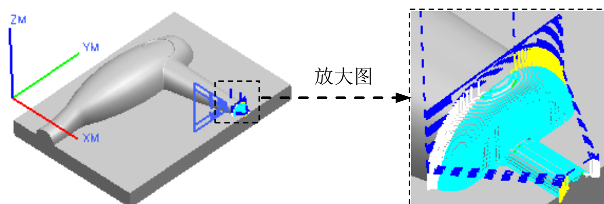


图 10.1.32 刀路轨迹

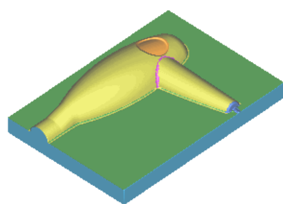


图 10.1.33 2D 动态仿真结果

Task10．创建表面区域铣操作

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_planar 选项，在 操作子类型 区域中单击“FACE_MILLING_AREA”按钮，在 程序 下拉列表中选择 NC PROGRAM 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在 刀具 下拉列表中选择 D6R1 (Milling Tool-5 Parameters) 选项，在 方法 下拉列表中选择 MILL FINISH 选项，使用系统默认的名称。

Step3．单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出“面铣削区域”对话框。

Stage2．指定切削区域

Step1．单击“面铣削区域”对话框中的“选择或编辑切削区域几何体”按钮，系统弹出“切削区域”对话框。

Step2．在图形区选取图 10.1.34 所示的切削区域，单击“切削区域”对话框中的 确定 按钮，系统返回到“面铣削区域”对话框。

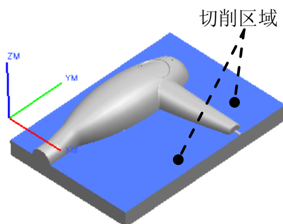


图 10.1.34　指定切削区域

Stage3．设置一般参数

在“面铣削区域”对话框 切削模式 下拉列表中选择 跟随周边 选项，在 步距 下拉列表中选择 % 刀具平直 选项，在 平面直径百分比 文本框中输入值 35.0，在 毛坯距离 文本框中输入值 0.25，在 每刀深度 文本框中输入值 0.1，在 最终底部面余量 文本框中输入值 0.0。

Stage4．设置切削参数

Step1．单击“面铣削区域”对话框中的“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2．单击“切削参数”对话框中的 策略 选项卡，设置图 10.1.35 所示的参数。

Step3．单击“切削参数”对话框中的 余量 选项卡，在 部件余量 文本框中输入值 0.0。

Step4．在“切削参数”对话框中单击 拐角 选项卡，在 光顺 下拉列表中选择 所有刀路 选项。

Step5．单击“切削参数”对话框中的 确定 按钮，完成切削参数的设置，系统返回到

“面铣削区域”对话框。

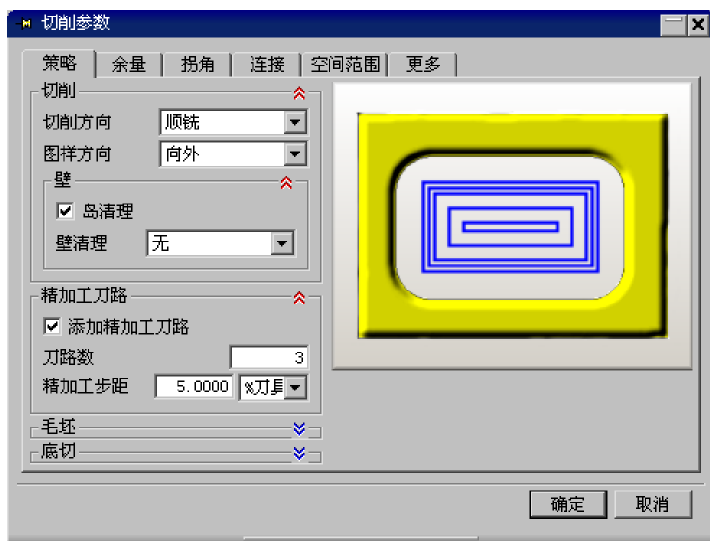


图 10.1.35 “策略”选项卡

Stage5. 设置非切削移动参数

采用系统默认的非切削移动参数设置。

Stage6. 设置进给和速度

Step1. 单击“面铣削区域”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 选中“进给和速度”对话框主轴速度区域中的☑ 主轴速度 (rpm)复选框，在其后的文本框中输入值 1500.0，在进给率区域的剪切文本框中输入值 600.0，在进刀文本框中输入值 200.0，单击确定按钮，返回“面铣削区域”对话框。

Stage7. 生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.1.36 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.1.37 所示。

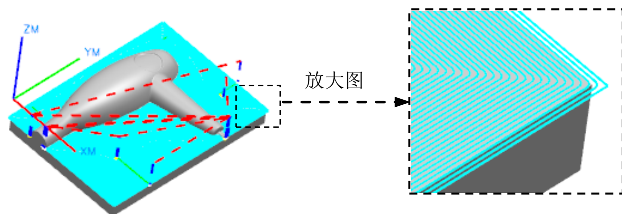


图 10.1.36 刀路轨迹

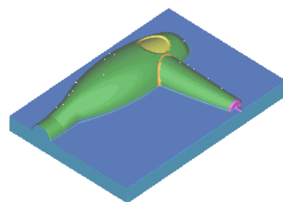


图 10.1.37 2D 动态仿真结果

Task11. 创建多路清根操作

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单插入(S) → 操作(E)...命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．在“创建操作”对话框类型下拉列表中选择mill_contour选项，在操作子类型区域中选择“FLOWCUT_MULTIPLE”按钮，在程序下拉列表中选择NC_PROGRAM选项，在几何体下拉列表中选择WORKPIECE选项，在刀具下拉列表中选择刀具D2R0 (Milling Tool-5 Parameters)选项，在方法下拉列表中选择MILL_FINISH选项，使用系统默认的名称。

Step3．单击确定按钮，系统弹出“多刀路清根”对话框。

Stage2．设置驱动参数

在“多刀路清根”对话框驱动设置区域的切削模式下拉列表中选择往复选项，在步距文本框中输入值 0.4，在偏置数文本框中输入值 2.0，在顺序下拉列表中选择后陡选项。

Stage3．设置切削参数

Step1．单击“多刀路清根”对话框中的“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2．在“切削参数”对话框中单击策略选项卡，设置参数如图 10.1.38 所示。

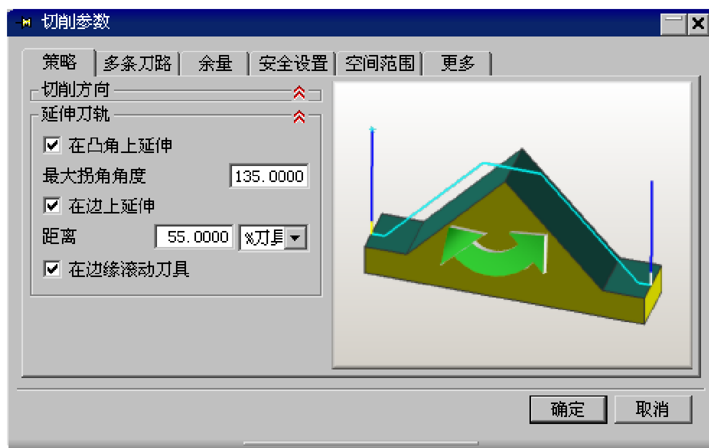


图 10.1.38　“策略”选项卡

Step3．单击“切削参数”对话框中的确定按钮，完成切削参数的设置，系统返回到“多刀路清根”对话框。

Stage4．设置非切削移动参数

采用系统默认的非切削移动参数设置。

Stage5．设置进给和速度

Step1．单击“多刀路清根”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出”进给和速度”对话框。

Step2. 选中“进给和速度”对话框主轴速度区域中的☑ 主轴速度 (rpm)复选框，在其后的文本框中输入值 1500.0，在进给率区域的剪切文本框中输入值 600.0，在进刀文本框中输入值 300.0。

Step3. 单击“进给和速度”对话框中的确定按钮，完成进给和速度的设置。

Stage6. 生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.1.39 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.1.40 所示。

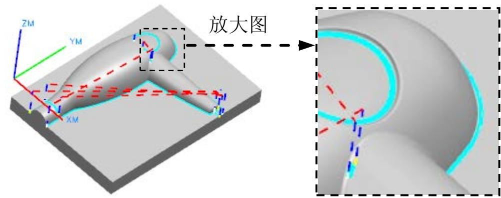


图 10.1.39 刀路轨迹

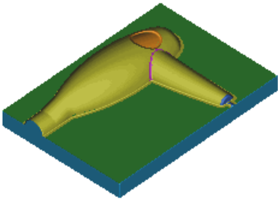


图 10.1.40 2D 动态仿真结果

Task12. 保存文件

选择下拉菜单文件(F) ➡ 保存(S)命令，保存文件。

10.2 塑料壳凹模加工

在机械零件的加工中，加工工艺的制定是十分重要的，一般先进行粗加工，然后再进行精加工。粗加工时，刀具进给量大，机床主轴的转速较低，以便切除大量的材料，提高加工的效率。在进行精加工时，刀具的进给量小，主轴的转速较高，加工的精度高，以达到零件加工精度的要求。在本节中，将以塑料壳的加工为例，介绍在多工序加工中粗精加工工序的安排及相关加工工序的制定。塑料壳的加工工艺路线如图 10.2.1 和图 10.2.2 所示。

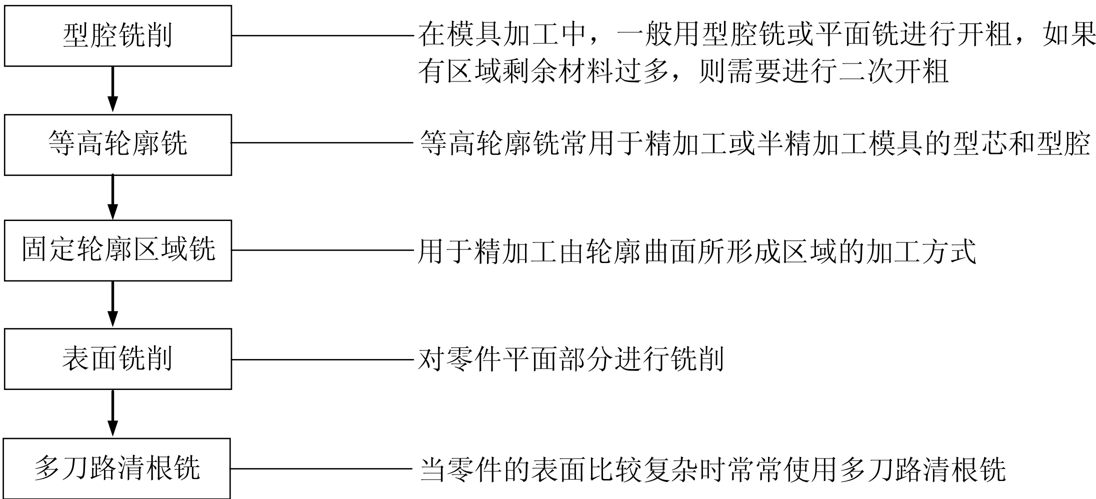


图 10.2.1 加工工艺路线（一）

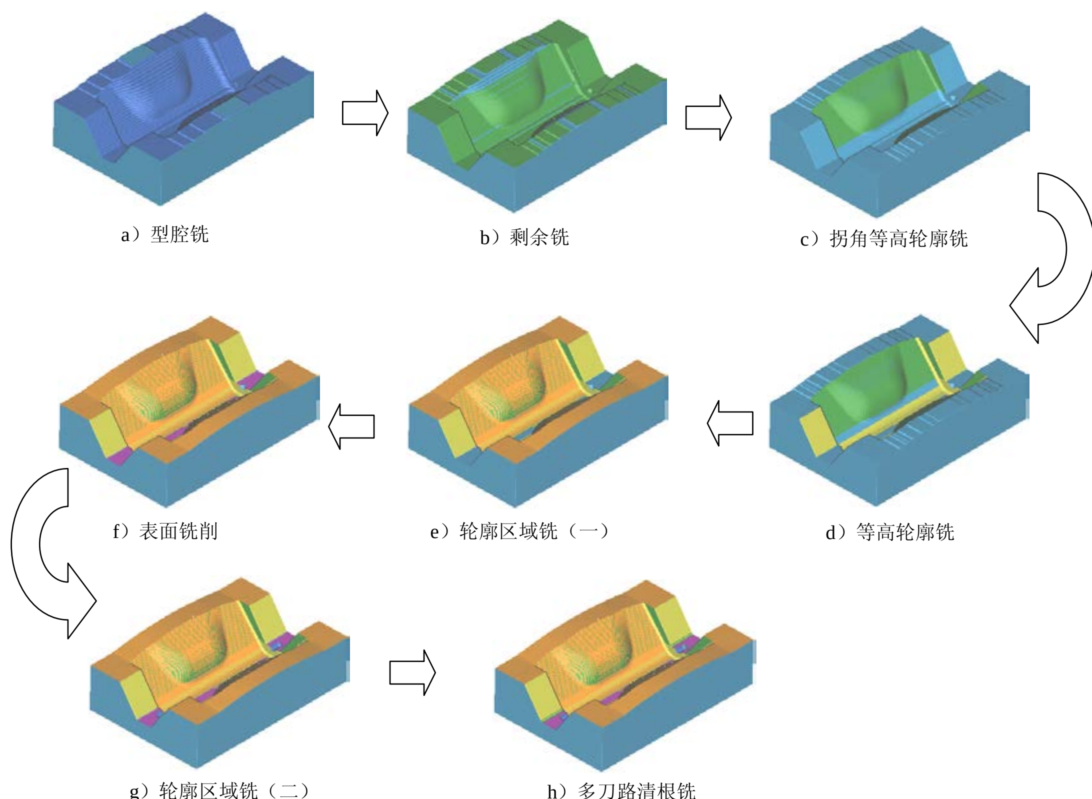

a）型腔铣　b）剩余铣　c）拐角等高轮廓铣　d）等高轮廓铣　e）轮廓区域铣（一）　f）表面铣削　g）轮廓区域铣（二）　h）多刀路清根铣

图 10.2.2　加工工艺路线（二）

Task1．打开模型文件并进入加工模块

Step1．打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch10\ch10.02\disbin_cover_mold_cavity.prt。

Step2．进入加工环境。选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，设置初始加工环境为 mill contour 选项。

Task2．创建几何体

Stage1．创建机床坐标系

Step1．将操作导航器调整到几何视图，双击坐标系节点 MCS_MILL，系统弹出“Mill Orient”对话框，在“Mill Orient”对话框 机床坐标系 区域中单击“CSYS 会话”按钮，系统弹出“CSYS”对话框。

Step2．在模型中将机床坐标系绕 XM 轴旋转-180°。

Step3．单击“CSYS”对话框的 确定 按钮，此时系统返回至“Mill Orient”对话框，完成图 10.2.3 所示机床坐标系的创建。

Stage2．创建安全平面

Step1. 在“Mill Orient”对话框 间隙 区域 安全设置选项 下拉列表中选择 平面 选项，单击“指定安全平面”按钮，系统弹出“平面构造器”对话框。

Step2. 选取图 10.2.3 所示的平面，在 偏置 文本框中输入值 10.0，单击 确定 按钮，系统返回到“Mill Orient”对话框，完成图 10.2.4 所示安全平面的创建。

Step3. 单击“Mill Orient”对话框中的 确定 按钮。

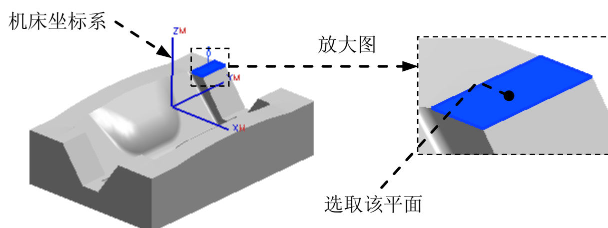


图 10.2.3　创建机床坐标系

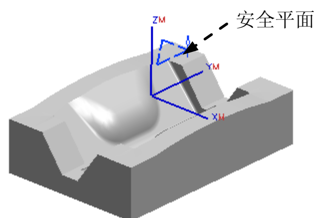


图 10.2.4　创建安全平面

Stage3. 创建部件几何体

Step1. 在操作导航器中双击 MCS_MILL 节点下的 WORKPIECE，系统弹出“铣削几何体”对话框。

Step2. 选取部件几何体。在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“部件几何体”对话框。

Step3. 在“部件几何体”对话框中选择 几何体 单选项，单击 全选 按钮，则选取了整个零件为部件几何体。

Step4. 在“部件几何体”对话框中单击 确定 按钮，完成部件几何体的创建，同时系统返回到“铣削几何体”对话框。

Stage4. 创建毛坯几何体

Step1. 在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“毛坯几何体”对话框。

Step2. 在“毛坯几何体”对话框中选择 自动块 单选项，在“毛坯几何体”对话框 ZM+ 文本框中输入值 2.5，图形区中显示图 10.2.5 所示的毛坯几何体。

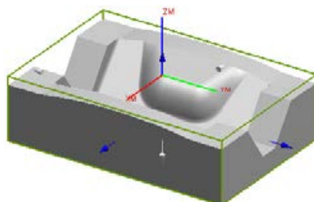


图 10.2.5　毛坯几何体

Step3. 单击“毛坯几何体”对话框中的 确定 按钮，系统返回到“铣削几何体”对话框。

Step4. 单击“铣削几何体”对话框中的确定按钮。

Task3. 创建刀具

Stage1. 创建刀具（一）

Step1. 将操作导航器调整到机床视图。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 刀具(T)...命令，系统弹出“创建刀具”对话框。

Step3. 在“创建刀具”对话框类型下拉列表中选择mill_contour选项，在刀具子类型区域中单击“MILL”按钮，在位置区域的刀具下拉列表中选择GENERIC_MACHINE选项，在名称文本框中输入 D10R1，然后单击确定按钮，系统弹出“铣刀-5 参数”对话框。

Step4. 系统弹出“铣刀-5 参数”对话框，在(D) 直径文本框中输入值 10.0，在(R1) 底圆角半径文本框中输入值 1.0，在刀具号文本框中输入值 1，其他参数采用系统默认设置，单击确定按钮，完成刀具的创建。

Stage2. 创建刀具（二）

设置刀具类型为mill_contour选项，刀具子类型单击选择“MILL”按钮，刀具名称为 D5R1，刀具(D) 直径为 5.0，刀具(R1) 底圆角半径为 1.0，刀具号为 2；具体操作方法参照 Stage1。

Stage3. 创建刀具（三）

设置刀具类型为mill_contour选项，刀具子类型单击选择“BALL_MILL”按钮，刀具名称为 B5，刀具(D) 直径为 5.0，刀具号为 3。

Task4. 创建型腔铣操作

Stage1. 创建操作

Step1. 将操作导航器调整到程序顺序视图。

Step2. 选择下拉菜单插入(S) → 操作(E)...命令，在“创建操作”对话框的类型下拉列表中选择mill_contour选项，在操作子类型区域中单击“CAVITY_MILL”按钮，在程序下拉列表中选择NC_PROGRAM选项，在几何体下拉列表中选择WORKPIECE选项，在刀具下拉列表中选择前面设置的刀具D10R1 (Milling Tool-5 Parameters)选项，在方法下拉列表中选择MILL_ROUGH选项，使用系统默认的名称。

Step3. 单击“创建操作”对话框中的确定按钮，系统弹出“型腔铣”对话框。

Stage2. 设置修剪边界

Step1. 单击几何体区域指定修剪边界右侧的按钮，系统弹出“修剪边界”对话框。

Step2. 在“修剪边界”对话框中选择修剪侧区域的外部单选项，其他参数采用系统默

认设置，在图形区选取模型的底面。

Step3. 单击 确定 按钮，系统返回到“型腔铣”对话框。

Stage3．设置一般参数

在“型腔铣”对话框 切削模式 下拉列表中选择 跟随周边 选项，在 步距 下拉列表中选择 刀具平直 选项，在 平面直径百分比 文本框中输入值 50.0，在 全局每刀深度 文本框中输入值 3.0。

Stage4．设置切削参数

Step1. 在 刀轨设置 区域中单击“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中单击 策略 选项卡，在 切削顺序 下拉列表框中选择 层优先 选项，其他参数采用系统默认设置。

Step3. 在“切削参数”对话框中单击 余量 选项卡，在 部件侧面余量 文本框中输入值 0.5，其他参数采用系统默认设置。

Step4. 在“切削参数”对话框中单击 拐角 选项卡，在 光顺 下拉列表中选择 所有刀路 选项。

Step5. 单击“切削参数”对话框中的 确定 按钮，系统返回到“型腔铣”对话框。

Stage5．设置非切削移动参数

Step1. 在“型腔铣”对话框中单击“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2. 单击“非切削移动”对话框中的 进刀 选项卡，在该对话框的 封闭区域 区域 进刀类型 下拉列表中选择 螺旋线 选项；在 开放区域 区域 进刀类型 下拉列表中选择 线性 选项，其他参数采用系统默认设置。

Step3. 单击“非切削移动”对话框中的 传递/快速 选项卡，设置参数如图 10.2.6 所示。

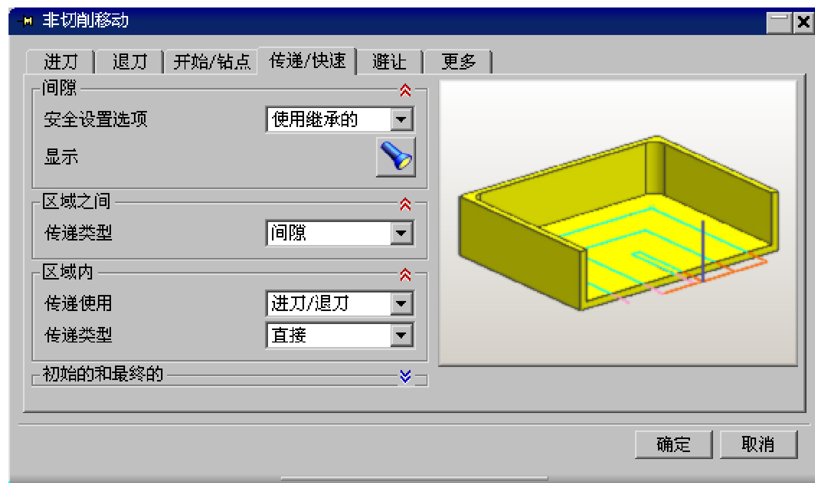


图 10.2.6　“传递/快速”选项卡

Step4. 单击“非切削移动”对话框中的 确定 按钮，系统返回到“型腔铣”对话框。

Stage6. 设置进给和速度

Step1. 在“型腔铣”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 选中“进给和速度”对话框主轴速度区域中的 ☑ 主轴速度 (rpm) 复选框，在其后的文本框中输入值 800.0，在进给率区域的剪切文本框中输入值 125.0，其他参数采用系统默认设置。

Step3. 单击 确定 按钮，完成进给和速度的设置，系统返回“型腔铣”操作对话框。

Stage7. 生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.2.7 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.2.8 所示。

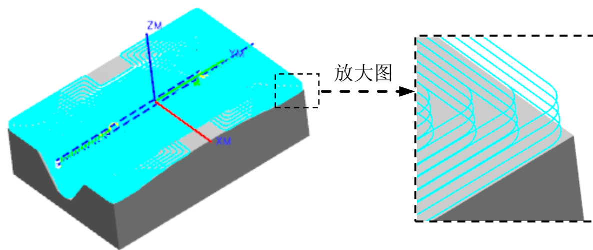


图 10.2.7　刀路轨迹

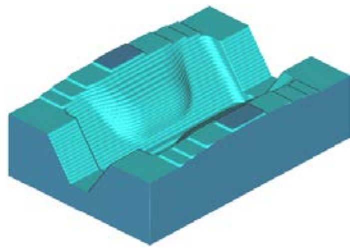


图 10.2.8　2D 动态仿真结果

Task5. 创建剩余铣操作

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，在“创建操作”对话框类型下拉列表中选择 mill_contour 选项，在操作子类型区域中单击“REST_MILLING”按钮，在程序下拉列表中选择 NC_PROGRAM 选项，在几何体下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在刀具下拉列表中选择刀具 D10R1 (Milling Tool-5 Parameters) 选项，在方法下拉列表中选择 METHOD 选项，使用系统默认的名称“REST_MILLING”。

Step2. 单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出“剩余铣”对话框。

Stage2. 设置一般参数

在“剩余铣”对话框切削模式下拉列表中选择 跟随周边 选项，在步距下拉列表中选择 % 刀具平直 选项，在平面直径百分比文本框中输入值 50.0，在全局每刀深度文本框中输入值 2.0。

Stage3. 设置切削参数

Step1. 在刀轨设置区域中单击“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中单击策略选项卡，在切削顺序下拉列表框中选择层优先选项，其他参数采用系统默认设置。

Step3. 在“切削参数”对话框中单击余量选项卡，在部件侧面余量文本框中输入值 0.2，其他参数采用系统默认设置。

Step4. 在“切削参数”对话框中单击空间范围选项卡，设置参数如图 10.2.9 所示。

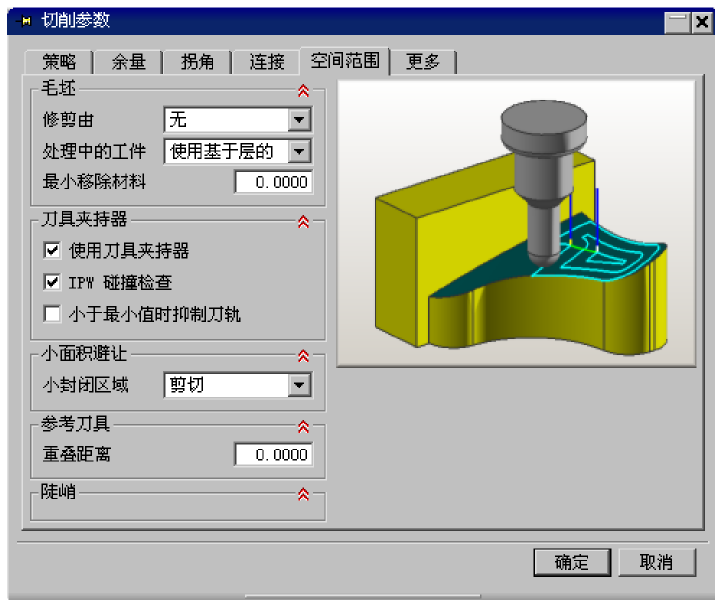


图 10.2.9 “空间范围”选项卡

Step5. 单击“切削参数”对话框中的确定按钮，系统返回到“剩余铣”对话框。

Stage4．设置非切削移动参数。

Step1. 在“剩余铣”对话框中单击“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2. 单击“非切削移动”对话框中的进刀选项卡，在封闭区域区域进刀类型下拉列表中选择螺旋线选项；在开放区域区域进刀类型下拉列表中选择线性选项，其他参数采用系统默认设置。

Step3. 单击“非切削移动”对话框中的确定按钮完成非切削移动参数的设置，系统返回到“剩余铣”对话框。

Stage5．设置进给和速度

Step1. 在“剩余铣”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 选中“进给和速度”对话框主轴速度区域中的☑ 主轴速度 (rpm)复选框，在其后的文

本框中输入值 1250.0，在进给率区域的剪切文本框中输入值 400.0，其他参数采用系统默认设置值。

Step3. 单击确定按钮，完成进给和速度的设置，系统返回“剩余铣”操作对话框。

Stage6. 生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.2.10 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.2.11 所示。

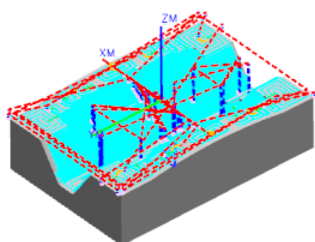


图 10.2.10　刀路轨迹

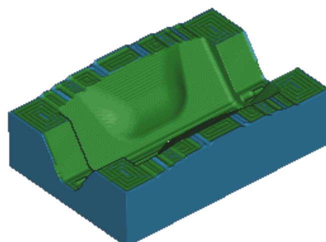


图 10.2.11　2D 动态仿真结果

Task6. 创建等高线轮廓铣操作（一）

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单插入(S) → 操作(E)...命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 在“创建操作”对话框类型下拉列表中选择mill_contour选项，在操作子类型区域中单击“ZLEVEL_CORNER”按钮，在程序下拉列表中选择NC_PROGRAM选项，在几何体下拉列表中选择WORKPIECE选项，在刀具下拉列表中选择D5R1 (Milling Tool-5 Parameters)选项，在方法下拉列表中选择METHOD选项，单击确定按钮，系统弹出“深度加工拐角”对话框。

Stage2. 指定切削区域

Step1. 单击“深度加工拐角”对话框指定切削区域右侧的按钮，系统弹出“切削区域”对话框。

Step2. 在绘图区中选取图 10.2.12 所示的切削区域，单击确定按钮，系统返回到“深度加工拐角”对话框。

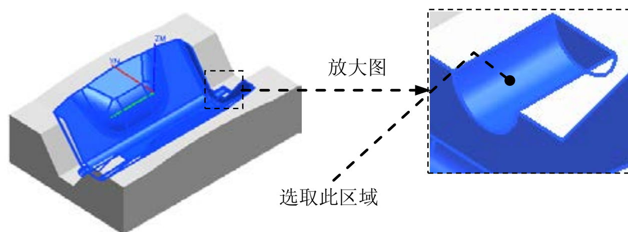


图 10.2.12　指定切削区域

Stage3. 设置刀具路径参数和切削层

Step1. 设置刀具路径参数。在“深度加工拐角”对话框的陡峭空间范围下拉列表中选择无选项，在合并距离文本框中输入值 3.0。在最小切削长度文本框中输入值 1.0。在全局每刀深度文本框中输入值 1.0。

Step2. 设置切削层。单击“深度加工拐角”对话框中的“切削层”按钮，系统弹出“切削层”对话框，单击该对话框中的“单个”按钮，然后选取图 10.2.13 所示的面为切削的终止面，单击确定按钮，系统返回到“深度加工拐角”对话框。

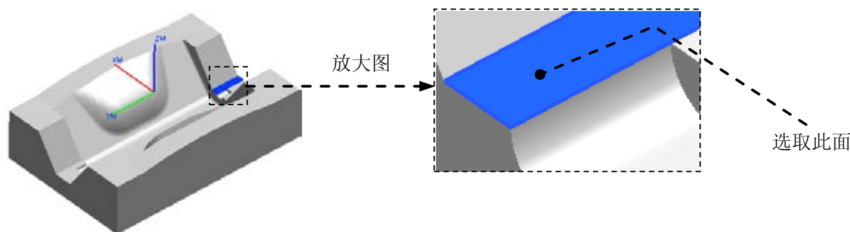


图 10.2.13 选取终止面

Stage4. 设置切削参数

Step1. 单击“深度加工拐角”对话框中的“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中单击策略选项卡，在切削顺序下拉列表框中选择层优先选项。

Step3. 在“切削参数”对话框中单击拐角选项卡，在光顺下拉列表中选择所有刀路选项。

Step4. 在“切削参数”对话框中单击连接选项卡，在层到层下拉列表中选择直接对部件进刀选项。

Step5. 单击“切削参数”对话框中的确定按钮，系统返回到“深度加工拐角”对话框。

Stage5. 设置非切削移动参数

Step1. 在“深度加工拐角”对话框中单击“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2. 单击“非切削移动”对话框中的进刀选项卡，在该对话框封闭区域区域进刀类型下拉列表中选择螺旋线选项；在开放区域区域进刀类型下拉列表中选择圆弧选项，其他参数采用系统默认设置，单击确定按钮，完成非切削移动的设置。

Stage6. 设置进给和速度

Step1. 在“深度加工拐角”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 在“进给和速度”对话框中选中 主轴速度 (rpm) 复选框，然后在其文本框中输入值 1200.0，在 剪切 文本框中输入值 200.0。

Step3. 单击 确定 按钮，完成进给率的设置，系统返回“深度加工拐角”对话框。

Stage7. 生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.2.14 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.2.15 所示。

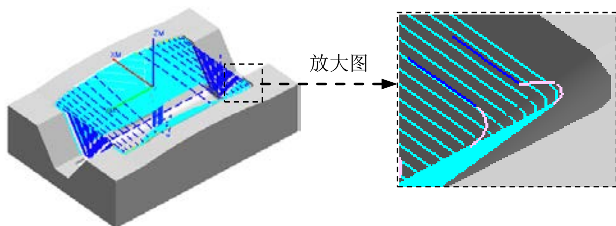


图 10.2.14　刀路轨迹

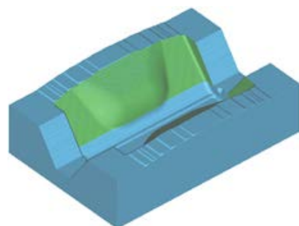


图 10.2.15　2D 动态仿真结果

Task7. 创建等高线轮廓铣操作（二）

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 操作子类型 区域中单击“ZLEVEL_PROFILE”按钮，在 程序 下拉列表中选择 NC_PROGRAM 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在 刀具 下拉列表中选择 D5R1 (Milling Tool-5 Parameters) 选项，在 方法 下拉列表中选择 MILL_FINISH 选项，单击 确定 按钮，此时，系统弹出“深度加工轮廓”对话框。

Stage2. 指定切削区域

Step1. 单击“深度加工轮廓”对话框中的“切削区域”按钮，系统弹出“切削区域”对话框。

Step2. 在绘图区中选取图 10.2.16 所示的切削区域，单击 确定 按钮，系统返回到“深度加工轮廓”对话框。

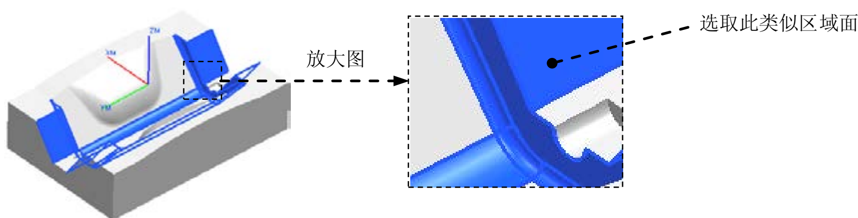


图 10.2.16　指定切削区域

Stage3．设置刀具路径参数和切削层

Step1．设置刀具路径参数。在“深度加工轮廓”对话框 合并距离 文本框中输入值 3.0，在 最小切削长度 文本框中输入值 1.0，在 全局每刀深度 文本框中输入值 0.5。

Step2．设置切削层。采用系统默认的参数设置。

Stage4．设置切削参数和非切削移动参数

采用系统默认的参数设置。

Stage5．设置进给和速度

Step1．在“深度加工轮廓”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．在“进给和速度”对话框中选中 主轴速度（rpm）复选框，然后在其文本框中输入值 1200.0，在 剪切 文本框中输入值 200.0。

Step3．单击 确定 按钮，系统返回“深度加工轮廓”对话框。

Stage6．生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.2.17 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.2.18 所示。

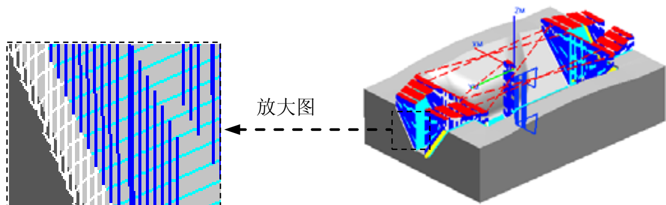


图 10.2.17　刀路轨迹

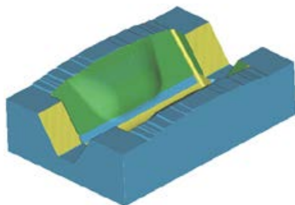


图 10.2.18　2D 动态仿真结果

Task8．创建轮廓区域铣（一）

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 操作子类型 区域中单击“CONTOUR_AREA”按钮，在 程序 下拉列表中选择 NC PROGRAM 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在 刀具 下拉列表中选择刀具 B5 (Milling Tool-Ball Mill) 选项，在 方法 下拉列表中选择 METHOD 选项，使用系统默认的名称“CONTOUR_AREA”。

Step2．单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出“轮廓区域”对话框。

Stage2．指定切削区域

Step1. 在几何体区域中单击“选择或编辑切削区域几何体”按钮，系统弹出“切削区域”对话框。

Step2. 选取图 10.2.19 所示的面为切削区域，在“切削区域”对话框中单击确定按钮，完成切削区域的创建，同时系统返回到“轮廓区域”对话框。

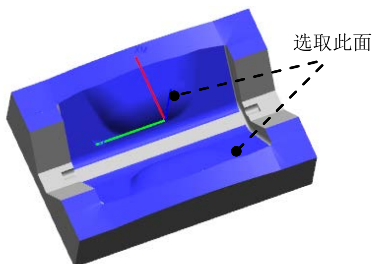


图 10.2.19　指定切削区域

Stage3. 设置驱动方式

Step1. 在“轮廓区域”对话框驱动方法区域的下拉列表中选择区域铣削选项，系统弹出“区域铣削驱动方式”对话框。

Step2. 在“区域铣削驱动方法”对话框平面直径百分比的文本框中输入 10.0，其他参数采用系统默认设置，然后单击确定按钮，系统返回到“轮廓区域”对话框。

Stage4. 设置刀轴

刀轴选择系统默认的+ZM 轴。

Stage5. 设置切削参数

采用系统默认的切削参数。

Stage6. 设置非切削移动参数。

采用系统默认的非切削移动参数。

Stage7. 设置进给和速度

Step1. 在“轮廓区域”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 选中“进给和速度”对话框主轴速度区域中的☑ 主轴速度 (rpm)复选框，在其后的文本框中输入值 900.0，在进给率区域的剪切文本框中输入值 250.0，其他参数采用系统默认设置。

Step3. 单击确定按钮，完成进给和速度的设置，系统返回“轮廓区域”操作对话框。

Stage8. 生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.2.20 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.2.21 所示。

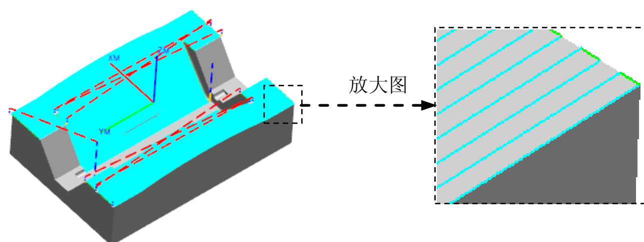


图 10.2.20　刀路轨迹

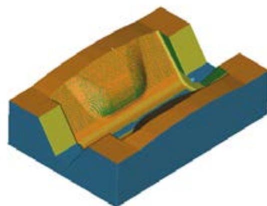


图 10.2.21　2D 动态仿真结果

Task9．创建表面区域铣操作

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．确定加工方法。在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_planar 选项，在 操作子类型 区域中单击“FACE_MILLING_AREA”按钮，在 刀具 下拉列表中选择 D5R1 (Milling Tool-5 Parameters) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在 方法 下拉列表中选择 METHOD 选项，采用系统默认的名称。

Step3．在“创建操作”对话框中单击 确定 按钮，系统弹出“面铣削区域”对话框。

Stage2．指定切削区域

Step1．在 几何体 区域中单击“选择或编辑切削区域几何体”按钮，系统弹出“切削区域”对话框。

Step2．选取图 10.2.22 所示的面为切削区域，在“切削区域”对话框中单击 确定 按钮，完成切削区域的创建，同时系统返回到“面铣削区域”对话框。

Stage3．设置刀具路径参数

Step1．创建切削模式。在 刀轨设置 区域 切削模式 下拉列表中选择 往复 选项。

Step2．创建步进方式。在 步距 下拉列表中选择 % 刀具平直 选项，在 平面直径百分比 文本框中输入值 75.0。

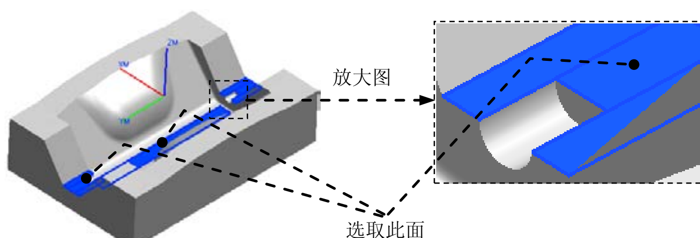


图 10.2.22　指定切削区域

Stage4．设置切削参数

Step1. 在刀轨设置区域中单击“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中单击策略选项卡，在度的文本框中输入 90.0，其他参数采用系统默认设置。单击确定按钮，系统返回到“面铣削区域”对话框。

Stage5．设置非切削移动参数

Step1. 单击“面铣削区域”对话框刀轨设置区域中的“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2. 单击“非切削移动”对话框中的进刀选项卡，在该对话框封闭区域区域进刀类型下拉列表中选择沿形状斜进刀选项，在开放区域区域进刀类型下拉列表中选择线性选项，其他选项卡中的参数设置采用系统的默认设置，单击确定按钮完成非切削移动参数的设置。

Stage6．设置进给和速度

Step1. 单击“面铣削区域”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 选中“进给和速度”对话框主轴速度区域中的☑ 主轴速度 (rpm)复选框，在其后的文本框中输入值 1000.0，在进给率区域的剪切文本框中输入值 300.0，其他参数采用系统默认设置值。

Step3. 单击“进给和速度”对话框中的确定按钮，系统返回“面铣削区域”对话框。

Stage7．生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.2.23 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.2.24 所示。

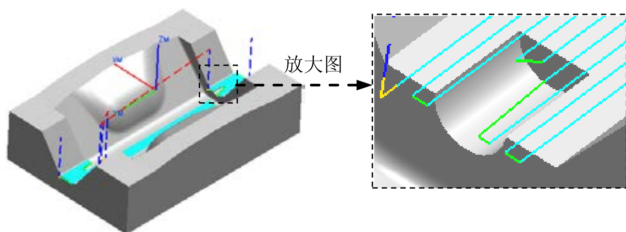


图 10.2.23　刀路轨迹

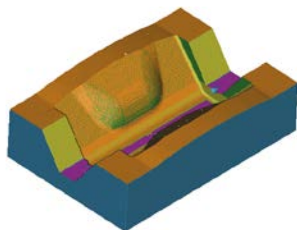


图 10.2.24　2D 动态仿真结果

Task10．创建轮廓区域铣（二）

Stage1．创建操作

Step1. 选择下拉菜单插入(S) → 操作(E)...命令，在“创建操作”对话框类型下拉列表中选择mill_contour选项，在操作子类型区域中单击“CONTOUR_AREA”按钮，在程序下拉列表中选择NC_PROGRAM选项，在几何体下拉列表中选择WORKPIECE选项，在刀具下拉列表中

选择刀具D5R1 (Milling Tool-5 Parameters)选项，在方法下拉列表中选择METHOD选项，使用系统默认的名称“CONTOUR_AREA_1”。

Step2. 单击“创建操作”对话框中的确定按钮，系统弹出“轮廓区域”对话框。

Stage2. 指定切削区域

Step1. 在几何体区域中单击“选择或编辑切削区域几何体”按钮，系统弹出“切削区域”对话框。

Step2. 选取图 10.2.25 所示的面为切削区域，在“切削区域”对话框中单击确定按钮，完成切削区域的创建，同时系统返回到“轮廓区域”对话框。

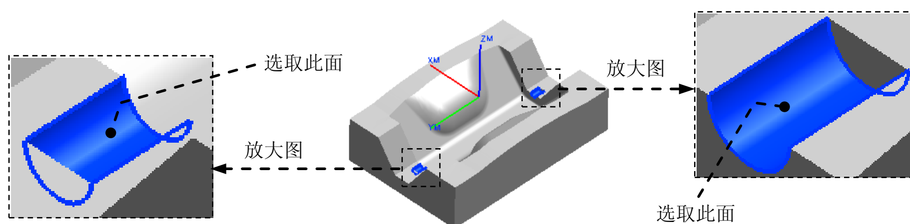


图 10.2.25 指定切削区域

Stage3. 设置驱动方式

Step1. 在“轮廓区域”对话框驱动方法区域的下拉列表中选择区域铣削选项，系统弹出“区域铣削驱动方式”对话框。

Step2. 在“区域铣削驱动方法”对话框平面直径百分比的文本框中输入 10.0，其他参数采用系统默认设置，然后单击确定按钮，系统返回到“轮廓区域”对话框。

Stage4. 设置刀轴

刀轴选择系统默认的+ZM 轴。

Stage5. 设置切削参数和非切削移动参数

采用系统默认的切削参数和非切削移动参数。

Stage6. 设置进给和速度

Step1. 在“轮廓区域”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 选中“进给和速度”对话框主轴速度区域中的☑ 主轴速度 (rpm)复选框，在其后的文本框中输入值 800.0，在进给率区域的剪切文本框中输入值 200.0，其他参数采用系统默认设置值。

Step3. 单击确定按钮，完成进给和速度的设置，系统返回“轮廓区域”操作对话框。

Stage7．生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.2.26 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.2.27 所示。

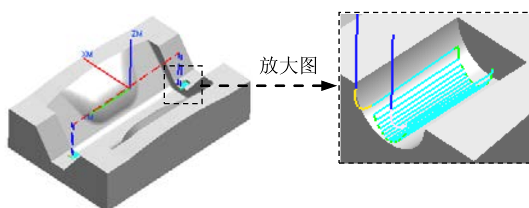


图 10.2.26　刀路轨迹

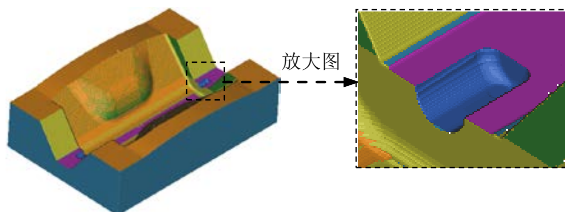


图 10.2.27　2D 动态仿真结果

Task11．创建清根操作

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单插入(S) → 操作(E)...命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．确定加工方法。在“创建操作”对话框类型下拉列表中选择mill_contour选项，在操作子类型区域中单击“FLOWCUT_MULTIPLE”按钮，在几何体下拉列表中选择WORKPIECE选项，在刀具下拉列表中选择B5 (Milling Tool-Ball Mill)选项，在方法下拉列表中选择MILL_FINISH选项，单击确定按钮，系统弹出“多刀路清根”对话框。

Stage2．设置驱动设置

在“多刀路清根”对话框驱动设置区域的步距的文本框中输入 0.2，其他参数采用默认设置。

Stage3．设置进给和速度

Step1．单击“多刀路清根”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．在“进给和速度”对话框中选中☑ 主轴速度 (rpm)复选框，然后在其文本框中输入值 1600.0，在剪切文本框中输入值 1250.0，在快进文本框中输入值 3000.0，在进刀文本框中输入值 500.0，其他参数均采用系统默认设置。

Step3．单击“进给和速度”对话框中的确定按钮，系统返回到“多刀路清根”对话框。

Stage4．生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.2.28 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.2.29 所示。

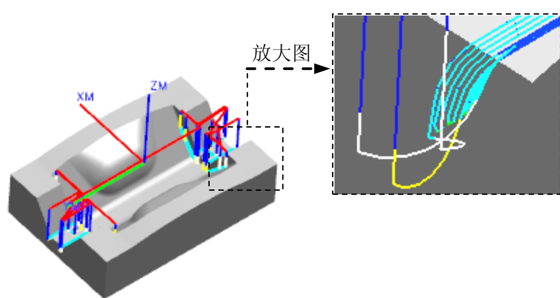


图 10.2.28 刀路轨迹

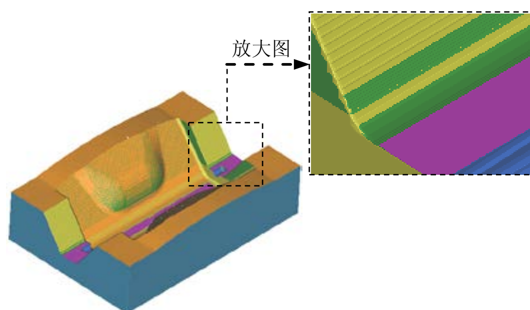


图 10.2.29 2D 动态仿真结果

Task12．保存文件

选择下拉菜单 文件(F) → 保存(S) 命令，保存文件。

10.3 面板凸模加工

本范例讲述的是面板凸模加工工艺，对于模具的加工来说，除了要安排合理的工序外，同时应该特别注意模具的材料和加工精度。在创建操作时，要设置好每次切削的余量，另外要注意刀轨参数设置是否正确，以免影响零件的精度。下面以面板凸模为例介绍模具零件的一般加工方法，该零件的加工工艺路线如图 10.3.1 和图 10.3.2 所示。

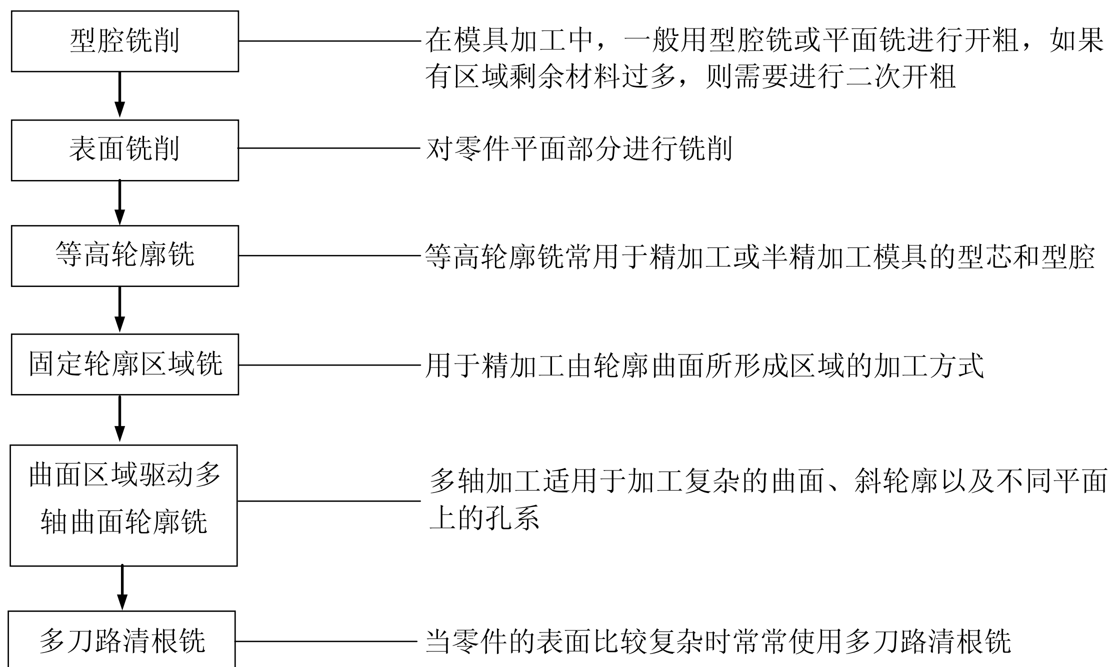


图 10.3.1 加工工艺路线（一）

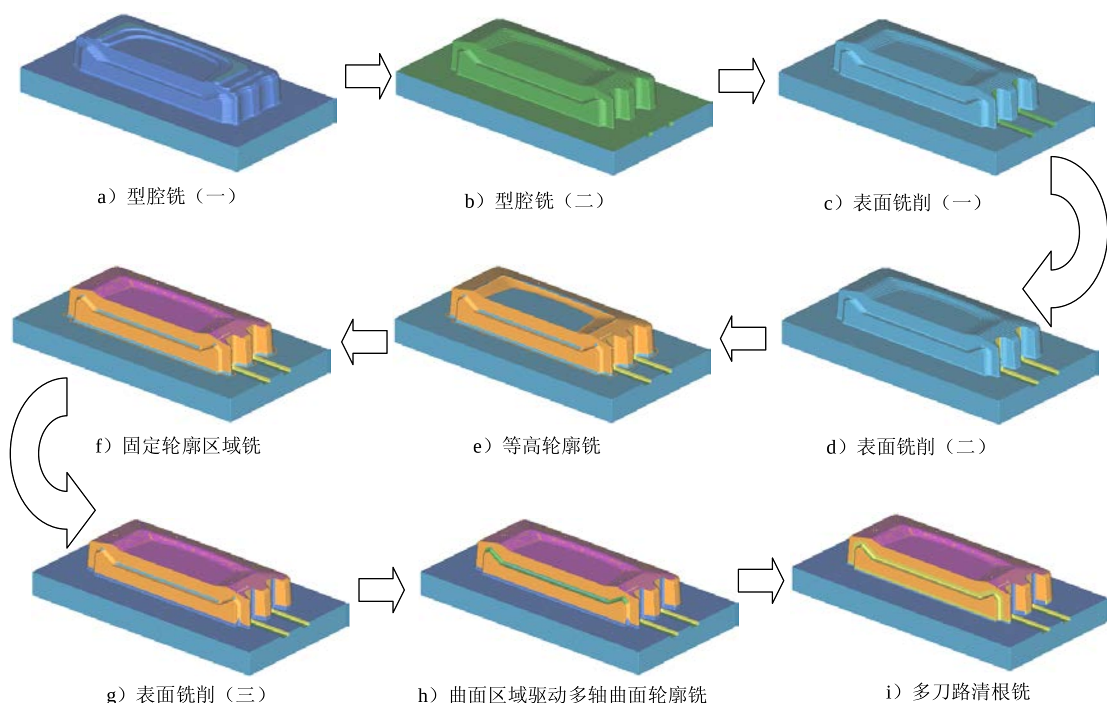


图 10.3.2　加工工艺路线（二）

Task1. 打开模型文件并进入加工模块

Step1. 打开模型文件 D:\ugnx7.9\work\ch10\ch10.03\panel_mold_core.prt。

Step2. 进入加工环境。选择下拉菜单 开始 → 加工(N)... 命令，设置初始加工环境为 mill contour 选项。

Task2. 创建几何体

Stage1. 创建机床坐标系

Step1. 将操作导航器调整到几何视图，双击坐标系节点 MCS_MILL，系统弹出“Mill Orient”对话框，在“Mill Orient”对话框 机床坐标系 选项区域中单击“CSYS 会话”，系统弹出“CSYS”对话框。

Step2. 在系统弹出的“CSYS”对话框 类型 下拉列表中选择 动态 选项。

Step3. 单击“CSYS”对话框 操控器 区域中的“点对话框”按钮，在“点”对话框 XC 文本框中输入值-110.0，在 YC 文本框中输入值 57.5，在 ZC 文本框中输入值 30.0，单击两次 确定 按钮，完成机床坐标系的创建，结果如图 10.3.3 所示。

Stage2. 创建安全平面

Step1. 在“Mill Orient”对话框 间隙 区域 安全设置选项 下拉列表中选择 平面 选项，单击“指

定安全平面”按钮，系统弹出“平面构造器”对话框。

Step2. 选取图 10.3.3 所示的平面，在 偏置 文本框中输入值 40.0，单击 确定 按钮，系统返回到“Mill Orient”对话框，完成图 10.3.4 所示安全平面的创建。

Step3. 单击“Mill Orient”对话框中的 确定 按钮。

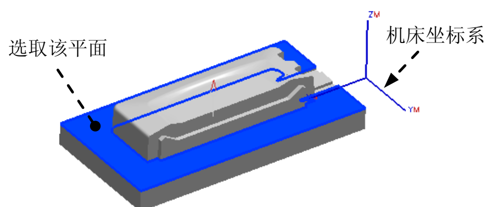


图 10.3.3 创建机床坐标系

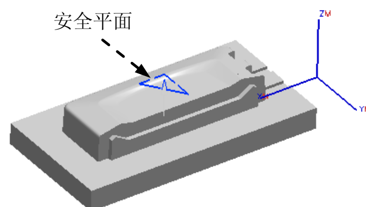


图 10.3.4 创建安全平面

Stage3. 创建部件几何体

Step1. 在操作导航器中双击 MCS_MILL 节点下的 WORKPIECE，系统弹出“铣削几何体”对话框。

Step2. 选取部件几何体。在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“部件几何体”对话框。

Step3. 在“部件几何体”对话框中选择 ⊙ 几何体 单选项，单击 全选 按钮，则选取了整个零件为部件几何体。

Step4. 在“部件几何体”对话框中单击 确定 按钮，完成部件几何体的创建，同时系统返回到“铣削几何体”对话框。

Stage4. 创建毛坯几何体

Step1. 在“铣削几何体”对话框中单击按钮，系统弹出“毛坯几何体”对话框。

Step2. 在“毛坯几何体”对话框中选择 ⊙ 自动块 单选项，在“毛坯几何体”对话框 ZM+ 文本框中输入值 2.0，图形区中显示图 10.3.5 所示的毛坯几何体。

Step3. 单击“毛坯几何体”对话框中的 确定 按钮，系统返回到“铣削几何体”对话框。

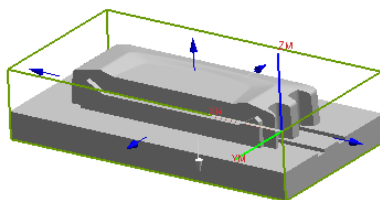


图 10.3.5 毛坯几何体

Step4. 单击“铣削几何体”对话框中的 确定 按钮。

Task3．创建刀具

Stage1．创建刀具（一）

Step1．将操作导航器调整到机床视图。

Step2．选择下拉菜单 插入(S) → 刀具(T)... 命令，系统弹出“创建刀具”对话框。

Step3．在“创建刀具”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 刀具子类型 区域中单击“MILL”按钮，在 位置 区域 刀具 下拉列表中选择 GENERIC_MACHINE 选项，在 名称 文本框中输入 D18R2，然后单击 确定 按钮，系统弹出“铣刀-5 参数”对话框。

Step4．系统弹出“铣刀-5 参数”对话框，在 (D) 直径 文本框中输入值 18.0，在 (R1) 底圆角半径 文本框中输入值 2.0，在 刀具号 文本框中输入值 1，其他参数采用系统默认设置，单击 确定 按钮，完成刀具的创建。

Stage2．创建刀具（二）

设置刀具类型为 mill_contour 选项，刀具子类型 单击选择“MILL”按钮，刀具名称为 D10R1，刀具 (D) 直径 为 10.0，刀具 (R1) 底圆角半径 为 1.0，刀具号 为 2；具体操作方法参照 Stage1。

Stage3．创建刀具（三）

设置刀具类型为 mill_contour 选项，刀具子类型 单击选择“MILL”按钮，刀具名称为 D4R1，刀具 (D) 直径 为 4.0，刀具 (R1) 底圆角半径 为 1.0，刀具号 为 3；具体操作方法参照 Stage1。

Stage4．创建刀具（四）

设置刀具类型为 mill_contour 选项，刀具子类型 单击选择“MILL”按钮，刀具名称为 D4R0，刀具 (D) 直径 为 4.0，刀具号 为 4；具体操作方法参照 Stage1。

Stage5．创建刀具（五）

设置刀具类型为 mill_contour 选项，刀具子类型 单击选择“BALL_MILL”按钮，刀具名称为 B6，刀具 (D) 直径 为 6.0，刀具号 为 5；具体操作方法参照 Stage1。

Stage6．创建刀具（六）

设置刀具类型为 mill_contour 选项，刀具子类型 单击选择“BALL_MILL”按钮，刀具名称为 B4，刀具 (D) 直径 为 4.0，刀具号 为 6；具体操作方法参照 Stage1。

Task4．创建型腔铣操作（一）

Stage1．创建操作

Step1．将操作导航器调整到程序顺序视图。

Step2. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 操作子类型 区域中单击“CAVITY_MILL”按钮，在 程序 下拉列表中选择 NC PROGRAM 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在 刀具 下拉列表中选择前面设置的刀具 D18R2 (Milling Tool-5 Parameters) 选项，在 方法 下拉列表中选择 MILL ROUGH 选项，使用系统默认的名称。

Step3. 单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出“型腔铣”对话框。

Stage2．设置一般参数

在“型腔铣”对话框 切削模式 下拉列表中选择 跟随周边 选项，在 步距 下拉列表中选择 % 刀具平直 选项，在 平面直径百分比 文本框中输入值 50.0，在 全局每刀深度 文本框中输入值 2.0。

Stage3．设置切削参数

Step1. 在 刀轨设置 区域中单击“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中单击 策略 选项卡，在 切削顺序 下拉列表框中选择 层优先 选项，然后在 壁 的区域中选中 ☑ 岛清理 复选框，其他参数采用系统默认设置。

Step3. 在“切削参数”对话框中单击 余量 选项卡，在 部件侧面余量 文本框中输入值 1.0，其他参数采用系统默认设置。

Step4. 在“切削参数”对话框中单击 拐角 选项卡，在 光顺 下拉列表中选择 所有刀路 选项。

Step5. 单击“切削参数”对话框中的 确定 按钮，系统返回到“型腔铣”对话框。

Stage4．设置非切削移动参数

Step1. 在“型腔铣”对话框中单击“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2. 单击“非切削移动”对话框中的 进刀 选项卡，在该对话框 封闭区域 区域 进刀类型 下拉列表中选择 螺旋线 选项，在 开放区域 区域 进刀类型 下拉列表中选择 线性 选项，其他参数采用系统默认设置。

Step3. 单击“非切削移动”对话框中的 确定 按钮，系统返回到“型腔铣”对话框。

Stage5．设置进给和速度

Step1. 在“型腔铣”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 选中“进给和速度”对话框 主轴速度 区域中的 ☑ 主轴速度 (rpm) 复选框，在其后的文本框中输入值 800.0，在 进给率 区域的 剪切 文本框中输入值 125.0，其他参数采用系统默认设置值。

Step3. 单击 确定 按钮，完成进给和速度的设置，系统返回“型腔铣”操作对话框。

Stage6．生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.3.6 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.3.7 所示。

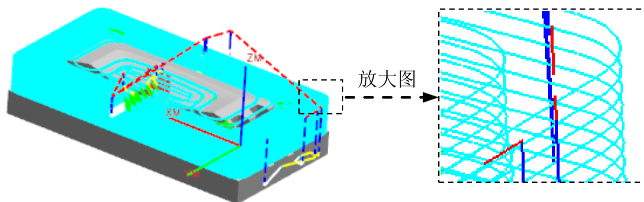


图 10.3.6　刀路轨迹

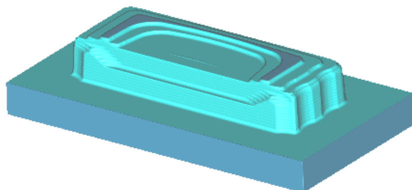


图 10.3.7　2D 动态仿真结果

Task5．创建型腔铣操作（二）

Stage1．创建操作

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 操作子类型 区域中单击“CAVITY_MILL”按钮，在 程序 下拉列表中选择 NC_PROGRAM 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在 刀具 下拉列表中选择刀具 D10R1 (Milling Tool-5 Parameters) 选项，在 方法 下拉列表中选择 MILL_SEMI_FINISH 选项，使用系统默认的名称“CAVITY_MILL_1”。

Step2. 单击“创建操作”对话框中的 确定 按钮，系统弹出“型腔铣”对话框。

Stage2．设置一般参数

在“型腔铣”对话框 切削模式 下拉列表中选择 跟随周边 选项，在 步距 下拉列表中选择 % 刀具平直 选项，在 平面直径百分比 文本框中输入值 50.0，在 全局每刀深度 文本框中输入值 0.5。

Stage3．设置切削参数

Step1. 在 刀轨设置 区域中单击“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中单击 策略 选项卡，在 壁 的区域中选中 ☑ 岛清理 复选框，其他参数采用系统默认设置。

Step3. 在“切削参数”对话框中单击 余量 选项卡，在 部件侧面余量 文本框中输入值 0.25，其他参数采用系统默认设置。

Step4 在“切削参数”对话框中单击 空间范围 选项卡，然后在 处理中的工件 的下拉列表中选择 使用 3D 选项。

Step5. 单击“切削参数”对话框中的 确定 按钮，系统返回到“型腔铣”对话框。

Stage4．设置非切削移动参数。

采用系统默认的参数设置。

Stage5．设置进给和速度

Step1．在“型腔铣”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．选中“进给和速度”对话框主轴速度区域中的☑ 主轴速度 (rpm)复选框，在其后的文本框中输入值 1250.0，在进给率区域的剪切文本框中输入值 400.0，其他参数采用系统默认设置值。

Step3．单击确定按钮，完成进给和速度的设置，系统返回“型腔铣”操作对话框。

Stage6．生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.3.8 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.3.9 所示。

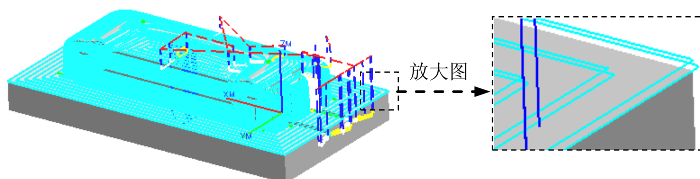


图 10.3.8 刀路轨迹

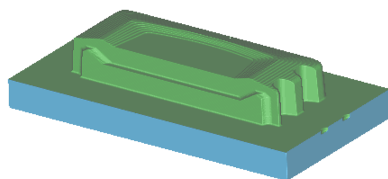


图 10.3.9 2D 动态仿真结果

Task6．创建表面区域铣操作（一）

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单插入(S) → 操作(E)...命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．确定加工方法。在“创建操作”对话框类型下拉列表中选择mill_planar选项，在操作子类型区域中单击“FACE_MILLING_AREA”按钮，在刀具下拉列表中选择D4R1 (Milling Tool-5 Parameters)选项，在几何体下拉列表中选择WORKPIECE选项，在方法下拉列表中选择METHOD选项，采用系统默认的名称。

Step3．在“创建操作”对话框中单击确定按钮，系统弹出“面铣削区域”对话框。

Stage2．指定切削区域

Step1．在几何体区域中单击“选择或编辑切削区域几何体”按钮，系统弹出“切削区域”对话框。

Step2．选取图 10.3.10 所示的面为切削区域，在“切削区域”对话框中单击确定按钮，完成切削区域的创建，同时系统返回到“面铣削区域”对话框。

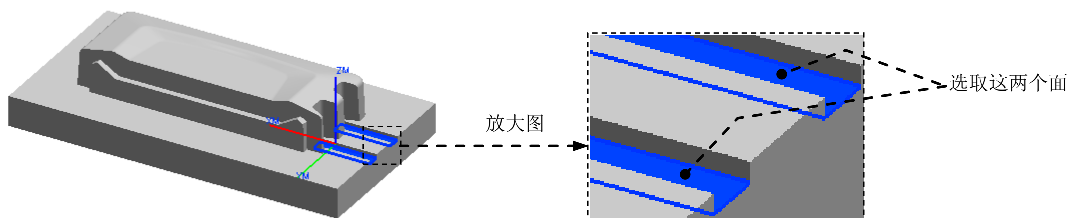


图 10.3.10　指定切削区域

Stage3．设置刀具路径参数

Step1．创建切削模式。在刀轨设置区域的切削模式下拉列表中选择往复选项。

Step2．创建步进方式。在步距下拉列表中选择刀具平直选项，在平面直径百分比文本框中输入值 75.0，在每刀深度的文本框中输入 1.0。

Stage4．设置切削参数

Step1．在刀轨设置区域中单击“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2．在“切削参数”对话框中单击策略选项卡，在度的文本框中输入 180.0，其他参数采用系统默认设置。

Step3．在“切削参数”对话框中单击余量选项卡，在部件余量文本框中输入值 0.1，其他参数采用系统默认设置。单击确定按钮，系统返回到“面铣削区域”对话框。

Stage5．设置非切削移动参数

Step1．单击“面铣削区域”对话框刀轨设置区域中的“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2．单击“非切削移动”对话框中的进刀选项卡，在该对话框封闭区域区域进刀类型下拉列表中选择沿形状斜进刀选项，在开放区域区域进刀类型下拉列表中选择线性选项，其他选项卡中的参数设置采用系统的默认设置，单击确定按钮完成非切削移动参数的设置。

Stage6．设置进给和速度

Step1．单击“面铣削区域”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．选中“进给和速度”对话框主轴速度区域中的☑ 主轴速度 (rpm) 复选框，在其后的文本框中输入值 1000.0，在进给率区域的剪切文本框中输入值 300.0，其他参数采用系统默认设置值。

Step3．单击“进给和速度”对话框中的确定按钮，系统返回“面铣削区域”对话框。

Stage7．生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.3.11 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.3.12 所示。

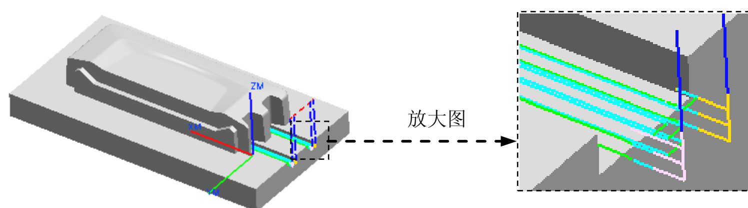


图 10.3.11 刀路轨迹

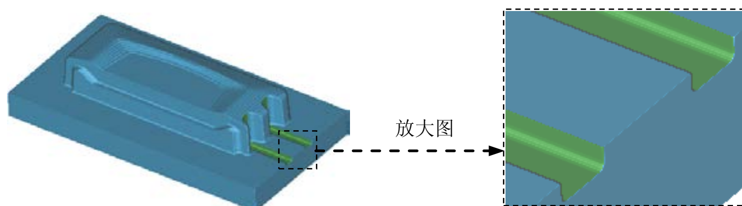


图 10.3.12 2D 动态仿真结果

Task7. 创建表面区域铣操作（二）

Stage1. 创建操作

Step1. 复制固定轮廓区域铣操作（一）。在图 10.3.13 所示的操作导航器的程序顺序视图中右击 FACE_MILLING_AREA 节点，在弹出的快捷菜单中选择 复制 命令，然后右击 NC_PROGRAM 节点，在弹出的快捷菜单中选择 内部粘贴 命令，此时操作导航器界面如图 10.3.14 所示。



图 10.3.13 操作导航器界面（一）



图 10.3.14 操作导航器界面（二）

Step2. 双击 FACE_MILLING_AREA_COPY 节点，系统弹出“轮廓区域”对话框。

Stage2. 设置刀具路径参数

Step1. 创建切削模式。在 刀轨设置 区域的 切削模式 下拉列表中选择 往复 选项。

Step2. 创建步进方式。在 步距 下拉列表中选择 % 刀具平直 选项，在 平面直径百分比 文本框中输入值 50.0，在 毛坯距离 的文本框中输入 1.0，在 每刀深度 的文本框中输入 1.0。

Stage3. 设置切削参数

Step1. 在 刀轨设置 区域中单击“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中单击余量选项卡，在部件余量文本框中输入值 0.0，其他参数采用系统默认设置。单击确定按钮，系统返回到“面铣削区域”对话框。

Stage4. 设置非切削移动参数

Step1. 单击“面铣削区域”对话框刀轨设置区域中的“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2. 单击“非切削移动”对话框中的进刀选项卡，在该对话框封闭区域区域进刀类型下拉列表中选择沿形状斜进刀选项；在开放区域区域进刀类型下拉列表中选择与封闭区域相同选项，其他选项卡中的参数设置采用系统的默认设置，单击确定按钮完成非切削移动参数的设置。

Stage5. 设置进给和速度

采用系统默认的设置。

Stage6. 生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.3.15 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.3.16 所示。

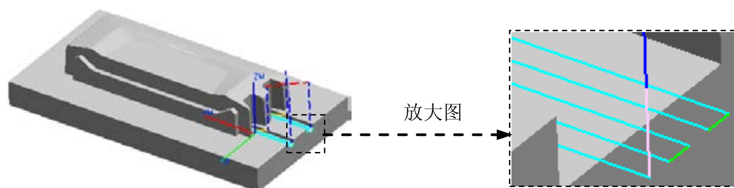


图 10.3.15　刀路轨迹

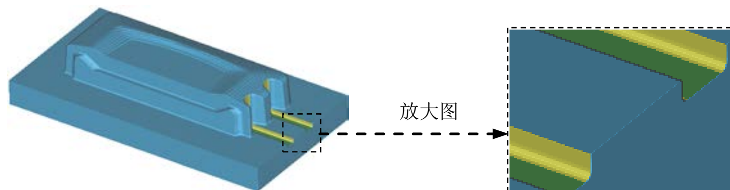


图 10.3.16　2D 动态仿真结果

Task8. 创建等高线轮廓铣操作

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单插入(S) → 操作(E)...命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 在“创建操作”对话框类型下拉列表中选择mill_contour选项，在操作子类型区域中单击“ZLEVEL_PROFILE”按钮，在程序下拉列表中选择NC_PROGRAM选项，在几何体下拉列表中选择WORKPIECE选项，在刀具下拉列表中选择B6 (Milling Tool-Ball Mill)选项，在方法下拉列表中选择MILL_FINISH选项，单击确定按钮，系统弹出“深度加工轮廓”对话框。

Stage2．指定切削区域

Step1. 单击“深度加工轮廓”对话框指定切削区域右侧的按钮，系统弹出“切削区域”对话框。

Step2. 在绘图区中选取图 10.3.17 所示的切削区域，单击确定按钮，系统返回到“深度加工轮廓”对话框。

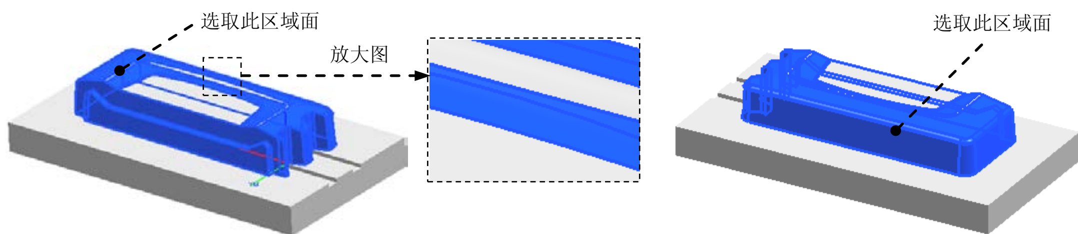


图 10.3.17 指定切削区域

Stage3．设置刀具路径参数

在“深度加工轮廓”对话框刀轨设置区域的陡峭空间范围下拉列表中选择仅陡峭的选项，在角度文本框中输入值 1.0，在合并距离文本框中输入值 1.0，在最小切削深度文本框中输入值 0.5，在全局每刀深度文本框中输入值 0.2。

Stage4．设置切削参数

Step1. 单击“深度加工轮廓”对话框中的“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中单击策略选项卡，在切削顺序下拉列表框中选择层优先选项。

Step3. 在“切削参数”对话框中单击连接选项卡，在层到层下拉列表中选择沿部件交叉斜进刀选项。

Step4. 在“切削参数”对话框中单击空间范围选项卡，在修剪由下拉列表中选择轮廓线选项。

Step5. 单击“切削参数”对话框中的确定按钮，系统返回到“深度加工轮廓”对话框。

Stage5．设置非切削移动参数

采用系统默认的参数设置。

Stage6．设置进给和速度

Step1. 在“深度加工轮廓”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和

速度”对话框。

Step2. 在“进给和速度”对话框中选中 主轴速度 (rpm) 复选框，然后在其文本框中输入值 1200.0，在 剪切 文本框中输入值 250.0。

Step3. 单击 确定 按钮，完成进给率的设置，系统返回“深度加工轮廓”对话框。

Stage7. 生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.3.18 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.3.19 所示。

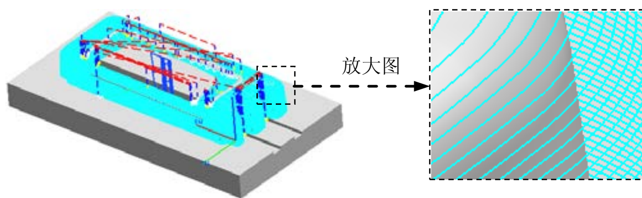


图 10.3.18　刀路轨迹

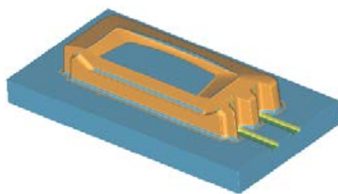


图 10.3.19　2D 动态仿真结果

Task9. 创建固定轴曲面轮廓铣削操作

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 确定加工方法。在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_contour 选项，在 操作子类型 区域中单击“FIXED_CONTOUR”按钮 ，在 刀具 下拉列表中选择 B4 (Milling Tool-Ball Mill) 选项，在 几何体 下拉列表中选择 WORKPIECE 选项，在 方法 下拉列表中选择 MILL_FINISH 选项，单击 确定 按钮，系统弹出“固定轮廓铣”对话框。

Stage2. 指定切削区域

Step1. 单击“固定轮廓铣”对话框中 指定切削区域 右侧的 按钮，系统弹出“切削区域”对话框。

Step2. 在绘图区中选取图 10.3.20 所示的切削区域，单击 确定 按钮，系统返回到“固定轮廓铣”对话框。

Stage3. 设置驱动几何体

在“固定轮廓铣”对话框 驱动方法 区域的下拉列表中选择 区域铣削 选项，系统弹出“区域铣削驱动方法”对话框，在此对话框中设置图 10.3.21 所示的参数，完成后单击 确定 按钮，系统返回到“固定轮廓铣”对话框。

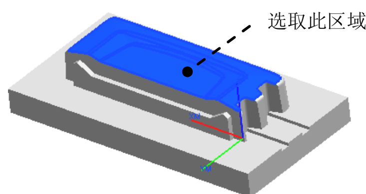


图 10.3.20 指定切削区域



图 10.3.21 “区域铣削驱动方法”对话框

Stage4．设置切削参数

采用系统默认的参数设置。

Stage5．设置进给和速度

Step1．在“固定轮廓铣”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2．在“进给和速度”对话框中选中 ☑ 主轴速度 (rpm) 复选框，然后在其文本框中输入值 1600.0，在 剪切 文本框中输入值 1250.0。

Step3．单击 确定 按钮，系统返回“固定轮廓铣”对话框。

Stage6．生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.3.22 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.3.23 所示。

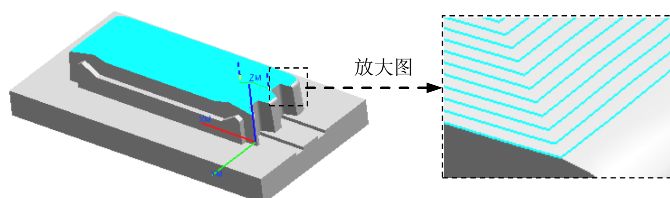


图 10.3.22 刀路轨迹

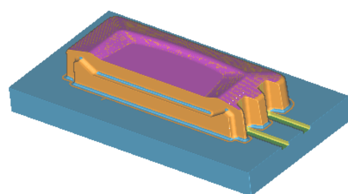


图 10.3.23 2D 动态仿真结果

Task10．创建表面区域铣操作（三）

Stage1．创建操作

Step1．选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2．确定加工方法。在“创建操作”对话框 类型 下拉列表中选择 mill_planar 选项，在 操作子类型 区域中单击“FACE_MILLING_AREA”按钮，在 刀具 下拉列表中选择

D4R0 (Milling Tool-5 Parameters)选项，在几何体下拉列表中选择WORKPIECE选项，在方法下拉列表中选择MILL_FINISH选项，采用系统默认的名称。

Step3. 在“创建操作”对话框中单击确定按钮，系统弹出“面铣削区域”对话框。

Stage2. 指定切削区域

Step1. 在几何体区域中单击“选择或编辑切削区域几何体”按钮，系统弹出“切削区域”对话框。

Step2. 选取图 10.3.24 所示的面为切削区域，在“切削区域”对话框中单击确定按钮，完成切削区域的创建，同时系统返回到“面铣削区域”对话框。

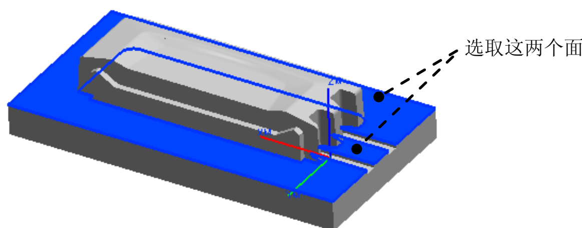


图 10.3.24　指定切削区域

Stage3. 设置刀具路径参数

Step1. 创建切削模式。在刀轨设置区域的切削模式下拉列表中选择跟随部件选项。

Step2. 创建步进方式。在步距下拉列表中选择刀具平直选项，在平面直径百分比文本框中输入值 75.0，在毛坯距离的文本框中输入 0.15，在每刀深度的文本框中输入 0.15。

Stage4. 设置切削参数

Step1. 在刀轨设置区域中单击“切削参数”按钮，系统弹出“切削参数”对话框。

Step2. 在“切削参数”对话框中单击连接选项卡，在开放刀路的下拉列表中选择变换切削方向选项，其他参数采用系统默认设置。单击确定按钮，系统返回到“面铣削区域”对话框。

Stage5. 设置非切削移动参数

Step1. 单击“面铣削区域”对话框刀轨设置区域中的“非切削移动”按钮，系统弹出“非切削移动”对话框。

Step2. 单击“非切削移动”对话框中的进刀选项卡，在该对话框的封闭区域区域进刀类型下拉列表中选择沿形状斜进刀选项，在开放区域区域进刀类型下拉列表中选择线性选项，其他选项卡中的参数设置采用系统的默认设置，单击确定按钮完成非切削移动参数的设置。

Stage6. 设置进给和速度

Step1. 单击“面铣削区域”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 选中“进给和速度”对话框主轴速度区域中的 主轴速度 (rpm) 复选框，在其后的文本框中输入值 1000.0，在进给率区域的剪切文本框中输入值 300.0，其他参数采用系统默认设置值。

Step3. 单击“进给和速度”对话框中的确定按钮，系统返回“面铣削区域”对话框。

Stage7. 生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.3.25 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.3.26 所示。

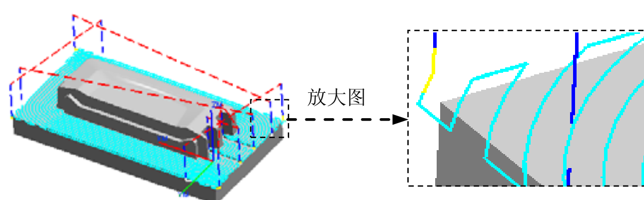


图 10.3.25 刀路轨迹

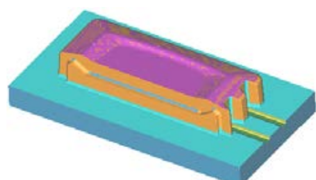


图 10.3.26 2D 动态仿真结果

Task11. 创建曲面区域驱动多轴曲面轮廓操作

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单 插入(S) → 操作(E)... 命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 确定加工方法。在“创建操作”对话框类型下拉列表中选择mill_multi-axis选项，在操作子类型区域中单击“VC_SURF_AREA_ZZ_LEAD_LAG”按钮，在刀具下拉列表中选择B4 (Milling Tool-Ball Mill)选项，在几何体下拉列表中选择WORKPIECE选项，在方法下拉列表中选择METHOD选项，采用系统默认的名称。

Step3. 在“创建操作”对话框中单击确定按钮，系统弹出“VC Surf Area ZZ Lead Lag”对话框。

Stage2. 设置驱动方式

Step1. 指定切削区域。在“VC Surf Area ZZ Lead Lag”对话框中单击按钮，系统弹出“切削区域”对话框，采用系统默认的参数设置，选取图 10.3.27 所示的切削区域，单击确定按钮，系统返回到“VC Surf Area ZZ Lead Lag”对话框。

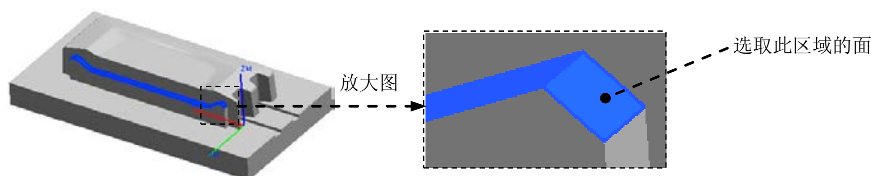


图 10.3.27 指定切削区域

Step2. 设置驱动方式。在“VC Surf Area ZZ Lead Lag”对话框驱动方法区域中单击按钮，系统弹出“曲面驱动方法”对话框，然后在该对话框驱动几何体区域中单击按钮，然后选取图 10.3.27 所示的面，单击两次确定按钮，系统返回到“VC Surf Area ZZ Lead Lag”对话框。

Step3. 设置投影矢量。在“VC Surf Area ZZ Lead Lag”对话框投影矢量区域中矢量下拉列表中选择垂直于驱动体选项。

Stage3. 设置非切削移动参数

采用系统默认的参数设置。

Stage4. 设置进给和速度

Step1. 在“VC Surf Area ZZ Lead Lag”对话框中单击“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 在“进给和速度”对话框中选中☑ 主轴速度 (rpm)复选框，然后在其文本框中输入值 1600.0，在剪切文本框中输入值 1250.0。

Step3. 完成后单击确定按钮，系统返回“VC Surf Area ZZ Lead Lag”对话框。

Stage5. 生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.3.28 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.3.29 所示。

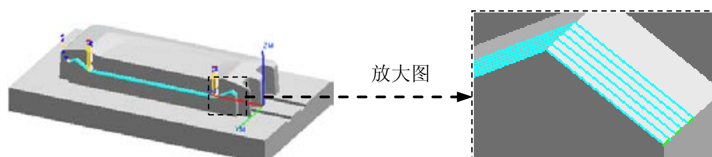


图 10.3.28　刀路轨迹

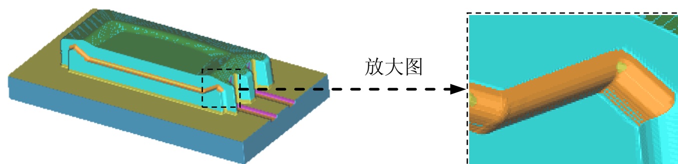


图 10.3.29　2D 动态仿真结果

Task12. 创建清根操作

Stage1. 创建操作

Step1. 选择下拉菜单插入(S) → 操作(E)...命令，系统弹出“创建操作”对话框。

Step2. 确定加工方法。在“创建操作”对话框类型下拉列表中选择mill_contour选项，在操作子类型区域中选择“FLOWCUT_MULTIPLE”按钮，在刀具下拉列表中选择

D4R1 (Milling Tool-5 Parameters)选项，在几何体下拉列表中选择WORKPIECE选项，在方法下拉列表中选择MILL_FINISH选项，单击确定按钮，系统弹出“多刀路清根”对话框。

Stage2．设置驱动设置

在“多刀路清根”对话框驱动设置区域的步距的文本框中输入 0.5，其他参数采用默认设置。

Stage3．设置进给和速度

Step1. 单击“多刀路清根”对话框中的“进给和速度”按钮，系统弹出“进给和速度”对话框。

Step2. 在“进给和速度”对话框中选中☑ 主轴速度 (rpm)复选框，然后在其文本框中输入值 1600.0，在剪切文本框中输入值 1250.0，其他参数采用系统默认设置。在快进文本框中输入值 3000.0，在进刀文本框中输入值 500.0，其他参数均采用系统默认设置。

Step3. 单击“进给和速度”对话框中的确定按钮，完成切削参数的设置，系统返回到“多刀路清根”对话框。

Stage4．生成刀路轨迹并仿真

生成的刀路轨迹如图 10.3.30 所示，2D 动态仿真加工后的模型如图 10.3.31 所示。

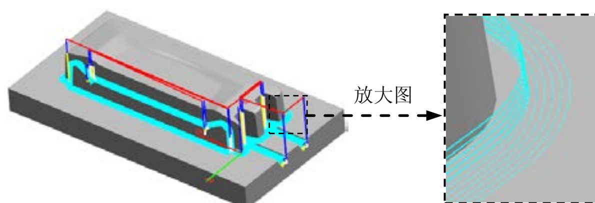


图 10.3.30 刀路轨迹

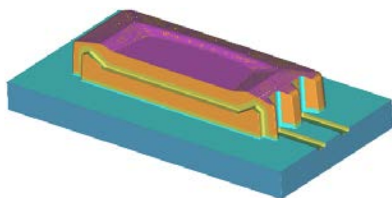


图 10.3.31 2D 动态仿真结果

Task13．保存文件

选择下拉菜单文件(F) → 保存(S)命令，保存文件。

读者意见反馈卡

尊敬的读者：

感谢您购买机械工业出版社出版的图书！

我们一直致力于CAD、CAPP、PDM、CAM和CAE等相关技术的跟踪，希望能将更多优秀作者的宝贵经验与技巧介绍给您。当然，我们的工作离不开您的支持。如果您在看完本书之后，有好的意见和建议，或是有一些感兴趣的技术话题，都可以直接与我联系。

策划编辑：管晓伟

注：本书的随书光盘中含有该“读者意见反馈卡”的电子文档，您可将填写后的文件采用电子邮件的方式发给本书的责任编辑或主编。

E-mail：展迪优 zhanygjames@163.com ；　管晓伟 guanff1125@126.com。

请认真填写本卡，并通过邮寄或E-mail传给我们，我们将奉送精美礼品或购书优惠卡。

书名：《UG NX 7.0 数控加工教程》

1. 读者个人资料：

姓名：_________性别：___年龄：_____职业：_________职务：_________学历：_______

专业：________单位名称：____________________电话：____________手机：___________

邮寄地址：____________________________邮编：_____________E-mail：_____________

2. 影响您购买本书的因素（可以选择多项）：

□内容　□作者　□价格

□朋友推荐　□出版社品牌　□书评广告

□工作单位（就读学校）指定　□内容提要、前言或目录　□封面封底

□购买了本书所属丛书中的其他图书　□其他_____________

3. 您对本书的总体感觉：

□很好　□一般　□不好

4. 您认为本书的语言文字水平：

□很好　□一般　□不好

5. 您认为本书的版式编排：

□很好　□一般　□不好

6. 您认为UG其他哪些方面的内容是您所迫切需要的？

____

7. 其他哪些CAD/CAM/CAE方面的图书是您所需要的？

____

8. 您认为我们的图书在叙述方式、内容选择等方面还有哪些需要改进？

如若邮寄，请填好本卡后寄至：

北京市百万庄大街22号机械工业出版社汽车分社　管晓伟（收）

邮编：100037　联系电话：（010）88379949　传真：（010）68329090

如需本书或其他图书，可与机械工业出版社网站联系邮购：

http://www.golden-book.com　咨询电话：（010）88379639。

UG NX 7.0

UG NX 7.0 工/程/应/用/精/解/丛/书

产品设计工程师学习流程

- UG NX 7.0 快速入门教程
- UG NX 7.0 高级应用教程
- UG NX 7.0 曲面设计教程
- UG NX 7.0 曲面设计实例精解
- UG NX 7.0 钣金设计教程
- UG NX 7.0 产品设计实例精解
- UG NX 7.0 工程图教程
- UG NX 7.0 管道设计教程
- UG NX 7.0 电缆布线设计教程

模具设计工程师学习流程

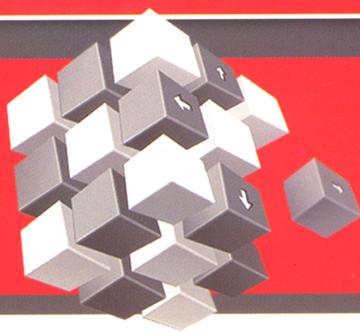
- UG NX 7.0 快速入门教程
- UG NX 7.0 高级应用教程
- UG NX 7.0 工程图教程
- UG NX 7.0 模具设计教程
- UG NX 7.0 模具设计实例精解

数控加工工程师学习流程

- UG NX 7.0 快速入门教程
- UG NX 7.0 高级应用教程
- UG NX 7.0 钣金设计教程
- UG NX 7.0 钣金设计实例精解
- UG NX 7.0 数控加工教程
- UG NX 7.0 数控加工实例精解

产品分析工程师学习流程

- UG NX 7.0 快速入门教程
- UG NX 7.0 高级应用教程
- UG NX 7.0 运动分析教程
- UG NX 7.0 结构分析教程



上架指导：工业技术/机械工程/工程软件

策划编辑：管晓伟
封面设计：王伟光

地址：北京市百万庄大街22号
电话服务
社服务中心：(010)88361066
销售一部：(010)68326294
销售二部：(010)88379649
读者购书热线：(010)88379203

邮政编码：100037
网络服务
门户网：http://www.cmpbook.com
教材网：http://www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版

ISBN 978-7-111-33324-1
ISBN 978-7-89451-865-1（光盘）
定价：59.80元（含1CD）

